A E R O C L U B U L R O M Â N I E I

MANUAL DE PREGĂTIRE TEORETICĂ PENTRU LICENTA DE PILOT PRIVAT PPL(A)

CUNOAŞTEREA GENERALĂ A AERONAVEI

BUCUREŞTI 2011

Pagina lasata goala

Lista de evidenta a amendamentelor

Versiune amendament	Pagini amendate	Data introducerii in manual	Semnatura

Pagina lasata goala

CUPRINS

1 Celula aeronavei 9

1.1 Structura celulei 9
1.1.1 Componentele principale ale aeronavei: 9
1.1.2 Fuzelajul, aripile, ampenajele,coada 11
1.1.3 Comenzile principale de zbor 16
1.1.4 Trimere si flapsuri 16
1.1.5 Trenul de aterizare 20
1.1.6 Roata de bot si directia 22
1.1.7 Sistemul de franare 25

1.2 Sistemul de ancorare 28
1.2.1 Blocarea suprafetelor de comanda 28
1.2.2 Ancorarea aeronavei 28

2 Grupul Motopropulsor 31

2.1 Motorul aeronavei 31
2.1.1 Principiile de baza ale motorului cu piston 31
2.1.2 Constructia generala 32
2.1.3 Ciclul motorului in patru timpi 33

2.2 Sistemul de racire al motorului 41
2.2.1 Racirea cu aer 41
2.2.2 Sistemul de racire 42
2.2.3 Temperatura chiulaselor cilindrilor 43
2.2.4 Ventilarea cabinei, sistemul de incalzire 44
2.2.5 Prezenta monoxidului de carbon 45

2.3 Sistemul de ungere al motorului 46
2.3.1 Functionare si metode de ungere 46
2.3.2 Proprietatile uleiului 47
2.3.3 Sisteme de ungere 48
2.3.4 Filtrele de ulei 49
2.3.5 Schimburile de ulei 51
2.3.6 Functionarea anormala a sistemului de ungere 51

2.4 Sistemul de aprindere al motorului 53
2.4.1 Starterul (demarorul) 53
2.4.2 Cuplajul de impuls 55

2.5 Carburatorul motorului 58
2.5.1 Carburatorul cu plutitor 59
2.5.2 Pompa de repriza 60
2.5.3 Sistemul de ralanti 60
2.5.4 Controlul amestecului 61
2.5.5 Amestecuri bogate si sarace 65
2.5.6 Combustia anormala 65
2.5.7 Givrarea carburatorului 67
2.5.8 Incalzirea carburatorului 69
2.5.9 Sistemul de injectie a combustibilului 71

2.6 Combustibili de aviatie 73
2.6.1 Tipuri de combustibili 73
2.6.2 Calitatea combustibilului 74
2.6.3 Managementul combustibilului 76

2.7 Sistemul de combustibil 77
2.7.1 Rezervoarele de combustibil 78
2.7.2 Pompa de injectie 80
2.7.3 Selectarea consumului de combustibil 80
2.7.4 Pompe auxiliare de combustibil 80
2.7.5 Litrometrul de combustibil 81
2.7.6 Realimentarea cu combustibil 82

2.8 Elicea 82
2.8.1 Principiu de functionare 83
2.8.2 Momente si forte generate de elice 87
2.8.3 Elicea cu pas fix 89
2.8.4 Elicea cu pas variabil 89

3 Sistemele aeronavei 93

3.1 Sistemul electric 93
3.1.1 Curentul continuu si curentul alternativ 93
3.1.2 Bara colectoare 93
3.1.3 Bateria 94
3.1.4 Alternatorul si generatorul 95
3.1.5 Ampermetrul 96
3.1.6 Contactul general 98
3.1.7 Alarme, disjunctoare si sigurante 99
3.1.8 Releele 99
3.1.9 Sursa externa de energie 100
3.1.10 Defecte electrice 100
3.1.11 Sisteme electrice tipice 101

3.2 Sistemul de vacuum 102
3.2.1 Pompa de evacuare 103
3.2.2 Defectiuni ale sistemului de vacuum 104

4 Instrumentele aeronavei 107

4.1 Sistemul static Pitot 107
4.1.1 Presiunea statica 107
4.1.2 Presiunea dinamica 108
4.1.3 Presiunea totala 109
4.1.4 Sistemul static pitot 110

4.2 Vitezometrul 112
4.2.1 Codarea pe culori a vitezometrului 113
4.2.2 Viteza indicata (IAS) si viteza adevarata (TAS sau V) 114
4.2.3 Sursa statica alternativa 114

4.3 Altimetrul 115

4.4 Variometrul 117

4.5 Giroscopul 119
4.5.1 Instrumentele giroscopice 119
4.5.2 Efectul giroscopic 119
4.5.3 Giroscoape conduse prin vacuum 119
4.5.4 Giroscoape conduse electric 120

4.6 Indicatorul de viraj si glisada 120
4.6.1 Indicatorul de viraj 121
4.6.2 Indicatorul de glisada 121

4.7 Giroorizontul 123

4.8 Girodirectionalul 124
4.8.1 Verificarea functionarii girodirectionalului 125
4.8.2 Erori ale instrumentelor giroscopice 125

4.9 Busola magnetica 125
4.9.1 Directia 127
4.9.2 Campul magnetic al Pamantului-magnetismul terestru 128
4.9.3 Deviatia de compas 129
4.9.4 Modalitatea de functionare a busolei din aeronava 130
4.9.5 Verificari ale sistemelor 131
4.9.6 Precautii in cazul obiectelor metalice din cabina 131
4.9.7 “Capriciile busolei” 132

5 Navigabilitatea aeronavei 137

5.1 Certificatul de tip 137
5.2 Certificatul de inmatriculare 137
5.3 Certificatul de Navigabilitate (CofA – Certificate of Airworthiness) 139
5.4 Manualul de zbor 140
5.5 Programul de mentenanta 140
5.6 Jurnalul Tehnic de Bord 140
5.7 Certificatul de Punere in Serviciu 141
5.8 Alte documente: 141

Pagina lasata goala

CAPITOLUL 1.

1 Celula aeronavei

1.1 Structura celulei

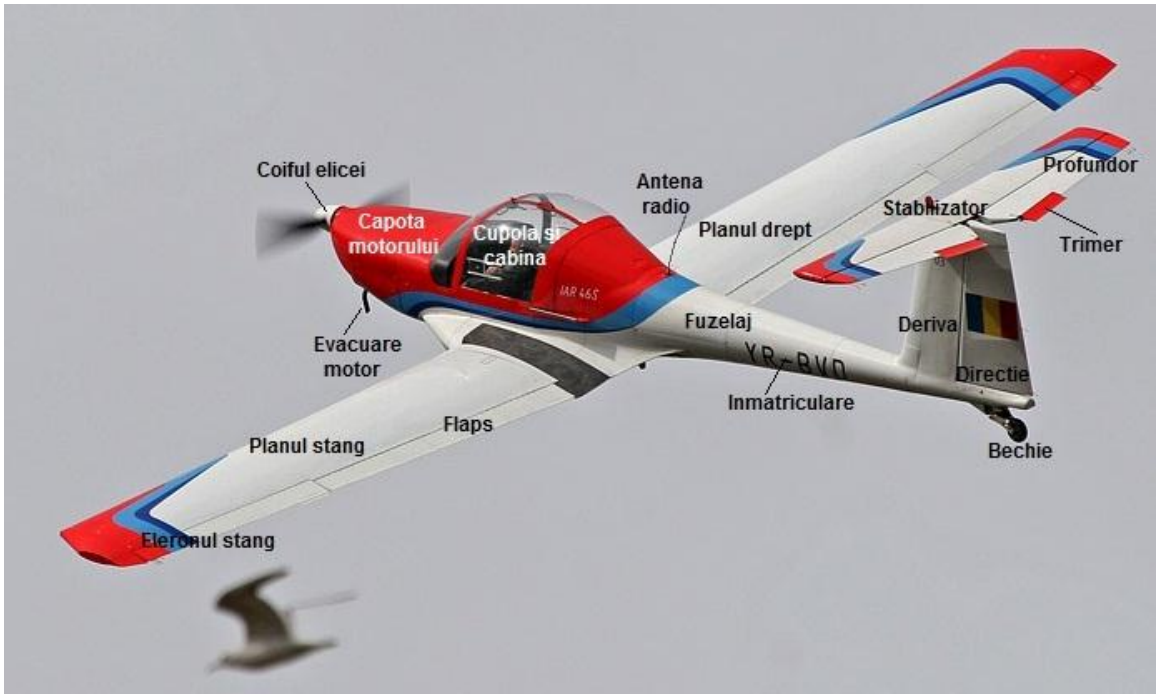


Fig 1.1. IAR 46 S

1.1.1 Componentele principale ale aeronavei:

fuzelajul
- aripile
- ansamblul cozii (ampenajele)
- comenzile
- trenul de aterizare
- motorul si elicea.

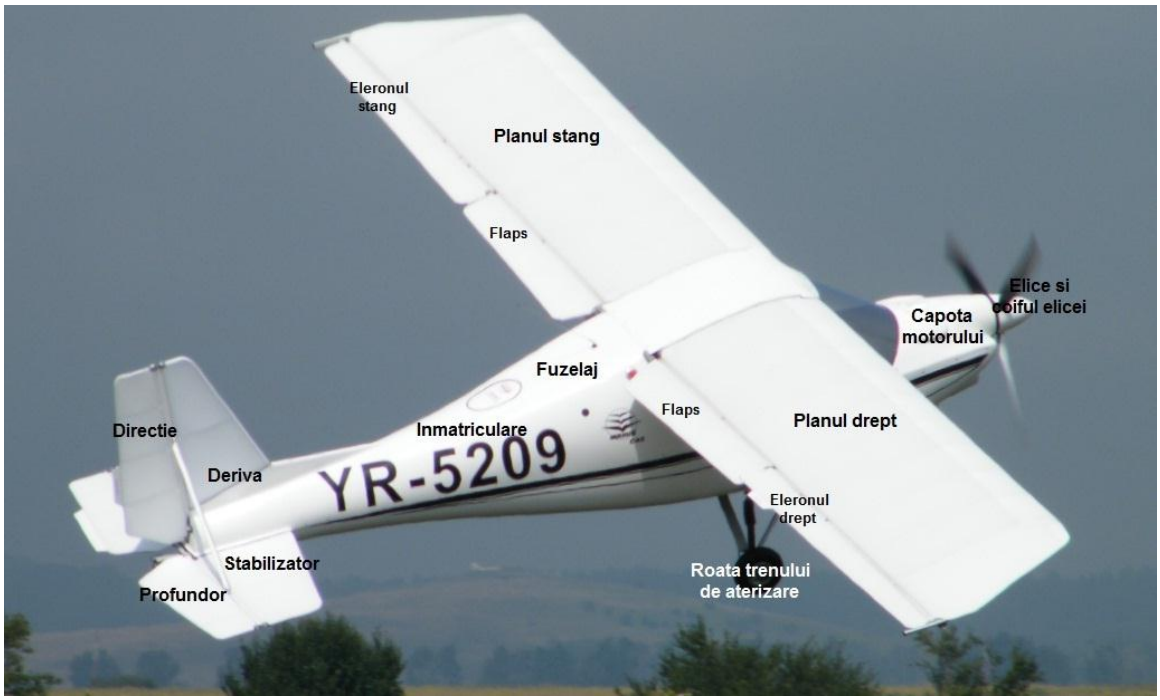


Fig. 1.2. Ikarus C 42

Fig. 1.3. Aerostar Festival (vedere din fata)

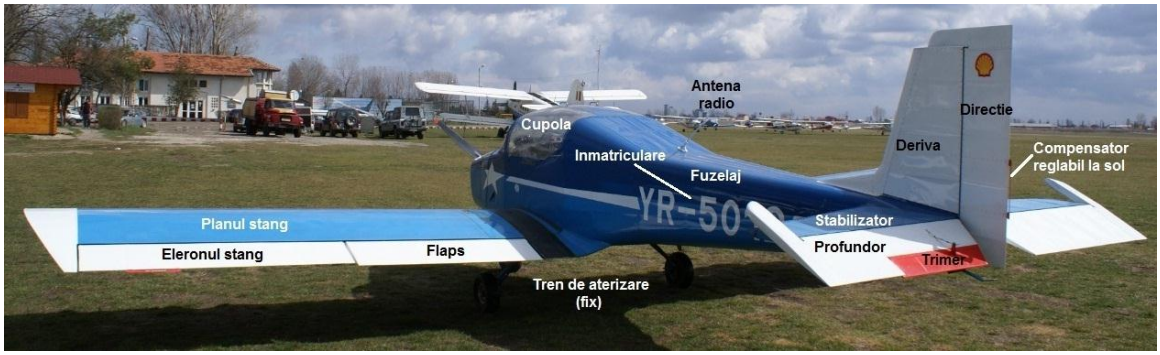


Fig. 1.4. Aerostar Festival (vedere din spate)

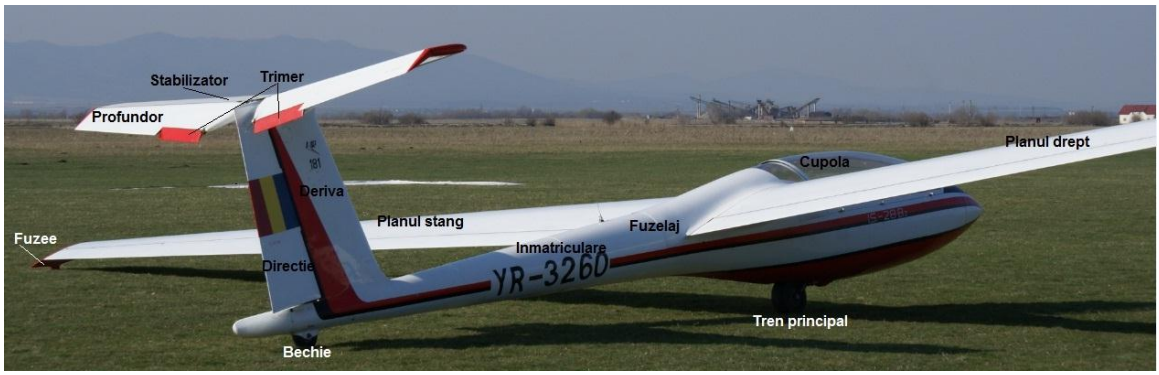


Fig. 1.5. IS 28 B2

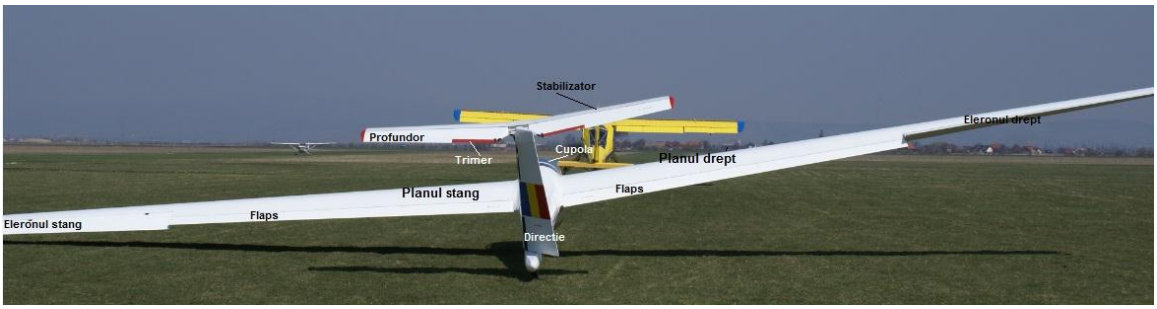


Fig. 1.6. IS 28 B2

1.1.2 Fuzelajul, aripile, ampenajele,coada

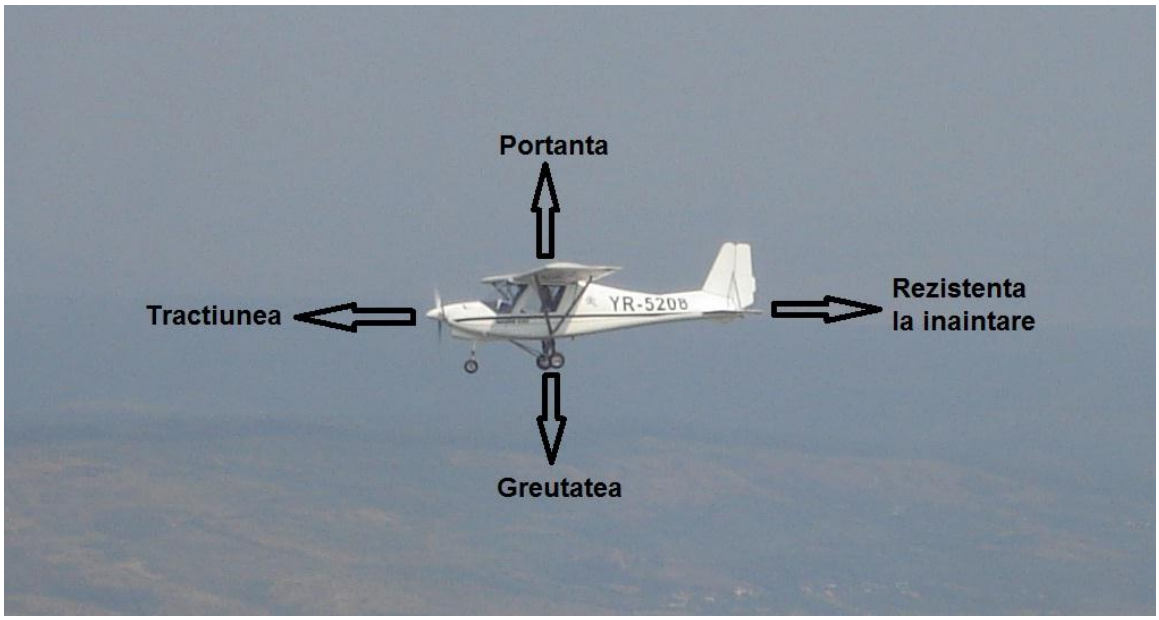


Fig 1.7. Cele patru forte care actioneaza asupra unei aeronave

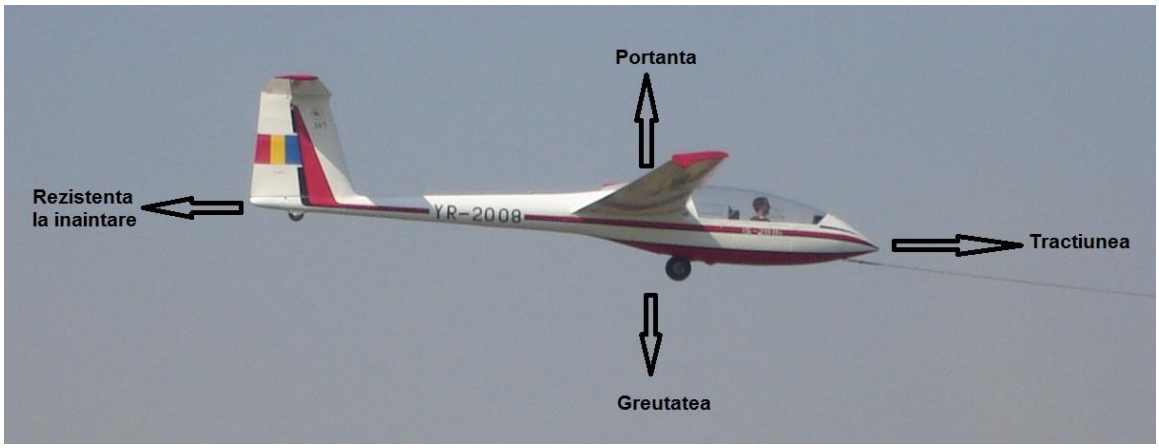


Fig 1.8. Fortele care actioneaza asupra planorului

Fuzelajul

Fuzelajul reprezinta celula avionului de care se ataseaza aripile, ampenajele, motorul si trenul de aterizare. Contine cabina cu scaunele pilotilor si pasagerilor, comenzile si instrumentele din cabina; poate contine si compartimentul de bagaje.

Majoritatea avioanelor moderne de antrenament au fuselajul de *tip semimonococa*, o structura de rezistenta usoara, acoperita cu un invelis care, de cele mai multe ori, este din foaie de aluminiu. In acest fel eforturile sunt preluate de intreaga structura – atat partea structurala interna cat si invelis.

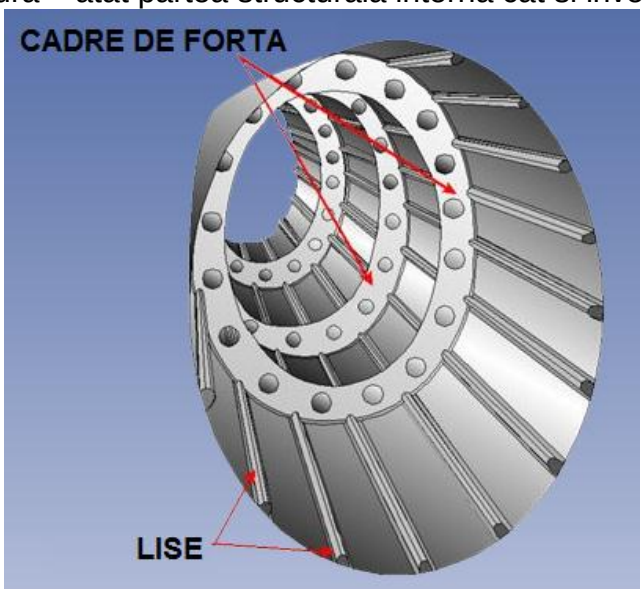


Fig 1.9. Structura interna a fuselajului

Fuzelajele de ultima generatie au o constructie de *tip monococa* confectionate din materiale compozite (usoare, cu o mare rezistenta) la care nu exista o structura interna, toate sarcinile fiind preluate de acest invelis de tip monostructural.

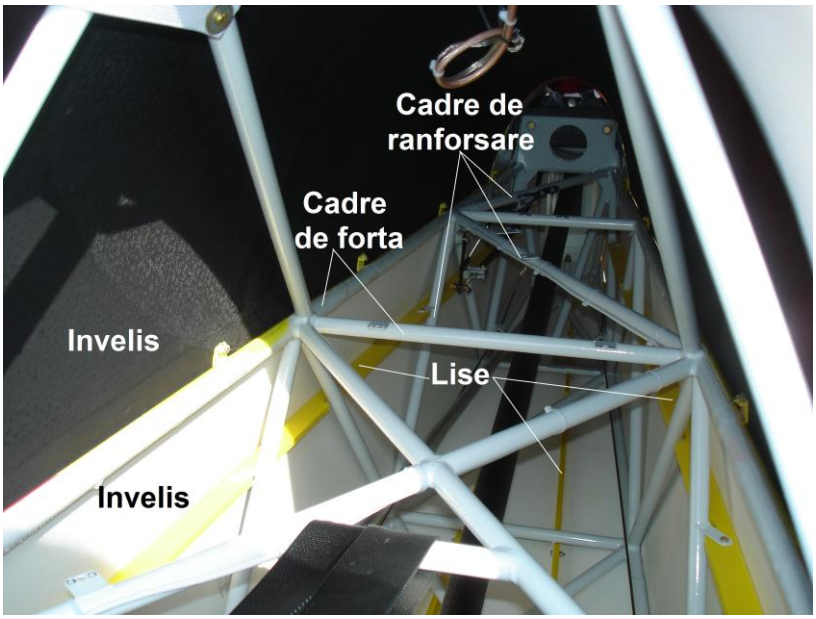


Fig. 1.10.Constructie de tip grinda cu zabrele

Tipurile de constructii mai vechi au o structura interna de *tip grinda cu zabrele,* la care invelisul este de regula din material textil, toate sarcinile fiind preluate de structura interna.

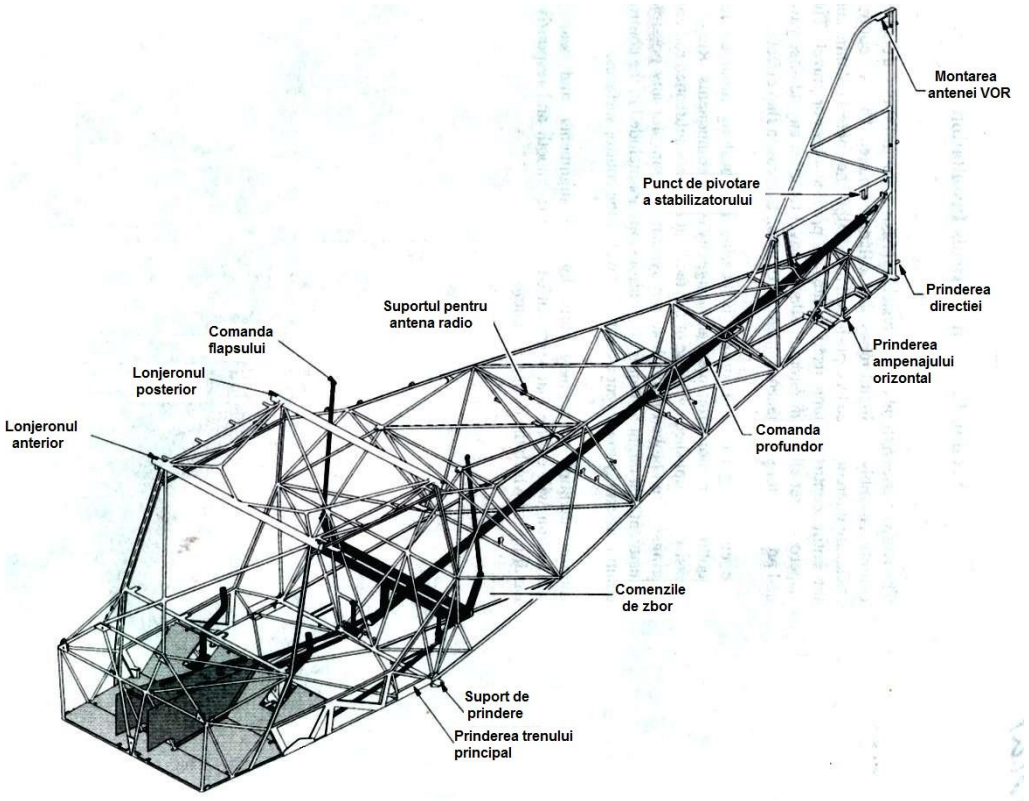


Fig1.11. Constructie tipica grinda cu zabrele

Aripa

Aripa este proiectata sa genereze portanta, motiv pentru care este expusa la sarcini mari in zbor, care depasesc in evolutii cu mult greutatea avionului. In general, aripa are unul sau mai multe lonjeroane care se prind de fuselaj si care se prelungesc pana la varful aripii. Lonjeroanele preiau majoritatea eforturilor din aripa care sunt orientate in sus pentru portanta si in jos pentru greutatea fuzelajului si a rezervoarelor de combustibil. Aditional, unele aripi sunt prevazute cu montanti, care confera o rezistenta suplimentara, preluand o parte din eforturile aripii, transmitindu-le fuzelajului.

Nervurile sunt pozitionate aproximativ perpendicular pe lonjeroane si asistate de lise (paralele cu lonjeroanele), conferind forma profilului aripii; in acelasi timp, rigidizeaza invelisul care este prins de acestea. Nervurile transmit sarcinile (incarcarile) intre invelis si lonjeroane.

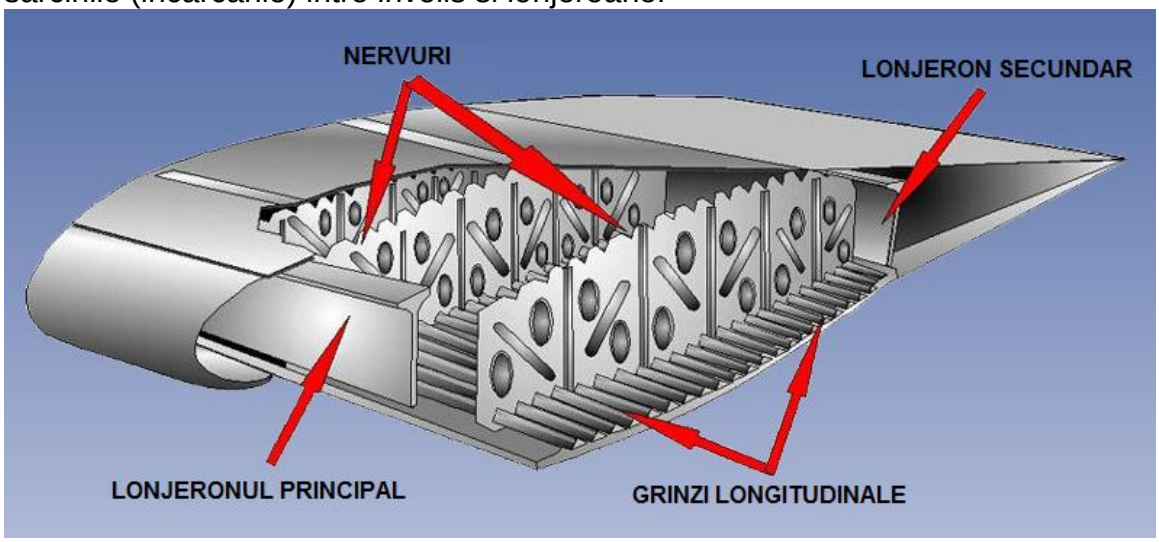


Fig 1.12. Structura aripii

Monoplanele sunt proiectate cu un singur set de aripi, a caror pozitionare da denumirea de monoplan cu aripa sus, jos sau mediana. IAR 46 S, Zlin 142, DA 20 Katana sunt monoplane cu aripa jos; Ikarus C 42, Cessna 172 cu aripa sus, etc. Biplanele ex. AN2, Pitts Special, Tiger Moth sunt proiectate cu doua seturi de aripi.

Fig 1.13. Monoplane si un biplan

Eleroanele si flapsurile

Eleroanele sunt pozitionate la bordul de fuga al aripii, catre capatul planului si se misca in directii opuse pentru a permite pilotului sa controleze miscarea de ruliu. Flapsurile sunt pozitionate spre zona de incastrare (prindere) a aripii in fuzelaj si se bracheaza simetric in jos pentru a mari curbura aripii.

La majoritatea avioanelor, aripile contin si rezervoarele de combustibil.

Coada

Ampenajele au in general o constructie similara aripii si au o parte fixa orizontala (stabilizator) si una fixa verticala (deriva), de care sunt prinse partile mobile (suprafetele de comanda) profundor (orizontal) si directie (vertical). Exista si alte variante de solutii constructive – dubla deriva, stabilizator monobloc, etc. Planorul are ampenajul in forma de T. In mod uzual, suprafetele de comanda sunt prevazute cu compensatoare de efort (trimere).

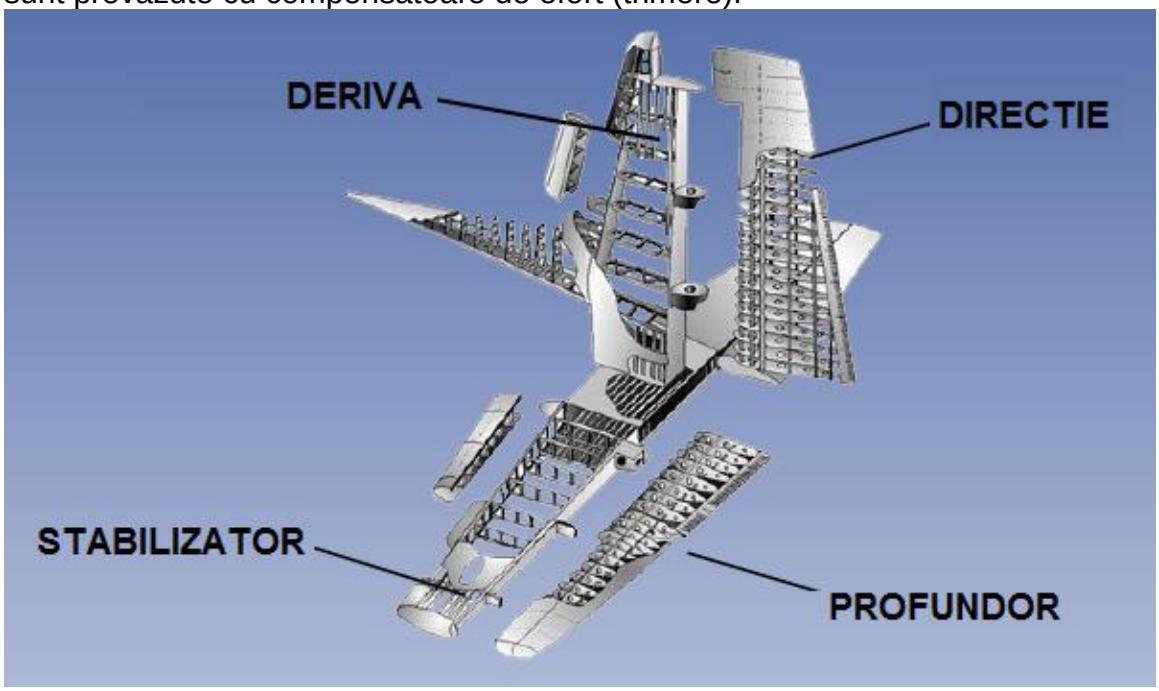


Fig 1.14. Constructia ampenajelor

1.1.3 Comenzile principale de zbor

Cele trei axe

Pentru a se mentine in zbor orizontal, o aeronava trebuie sa fie echilibrata pe toate cele trei axe. Suprafetele de comanda ajuta la mentinerea acestui echilibru si permit pilotului sa manevreze aeronava in jurul celor trei axe.

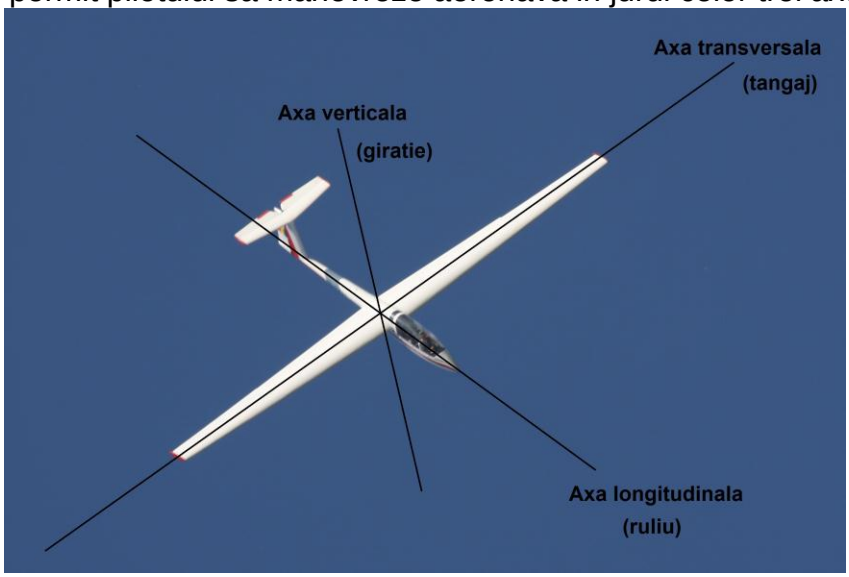


Fig. 1.15. Cele trei axe ale unei aeronave

Rotatia in jurul axei longitudinale este controlata de eleroane. Rotatia in jurul axei transversale este controlata de profundor. Rotatia in jurul axei verticale este controlata de directie.

Suprafetele principale de comanda – eleroane, profundor, directie – sunt actionate din cabina printr-un sistem intern de cabluri si tije. Sistemul de cabluri poate avea inserate intinzatoare pentru a putea permite reglarea tensiunii acestora. Aceasta operatiune se executa exclusiv de personal autorizat in acest scop.

Pentru a evita bracarea excesiva a suprafetelor de comanda in zbor si pe sol, pe structura se fixeaza limitatoare de miscare. Sistemul de comenzi in sine poate avea limitatoare – ex. mansa este limitata fizic in miscari.

1.1.4 Trimere si flapsuri

O aeronava este compensata atunci cand isi mentine atitudinea si viteza fara ca pilotul sa fie nevoit sa intervina asupra comenzilor. Aceasta actiune se numeste compensare, prin care trimerul (montat in partea din spate a comenzii de zbor principale) isi modifica pozitia, astfel incat suprafata principala de comanda sa mentina atitudinea dorita a aeronavei.

Fig. 1.16 Trimer Aerostar Festival

O aeronava trebuie compensata in profunzime ca rezultat al schimbarilor de atitudine si viteza, schimbari ale regimului motorului sau modificarii ale pozitiei centrului de greutate.

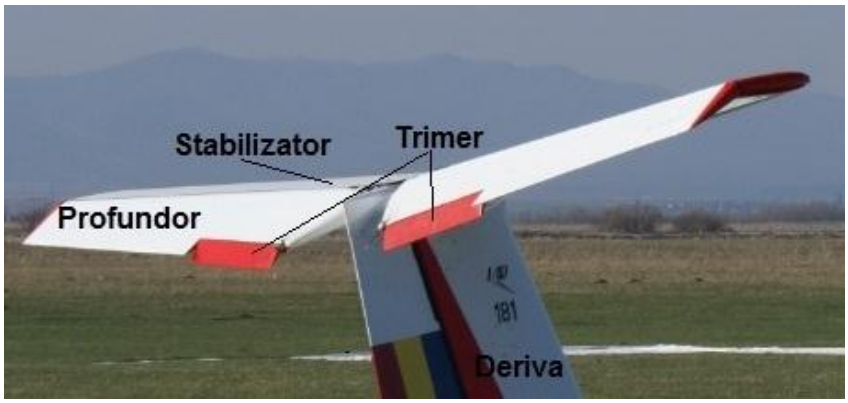


Fig. 1.17 Trimer IS 28 B2

Compensarea directiei este necesara ca rezultat al schimbarilor in cuplul motorului. Compensarea eleronului nu este atat de necesara, decat in cazul unei modificari laterale a centrului de greutate, sau in cazul unei pene de motor la un avion bimotor. Compensatoarele reglabile la sol sunt cel mai adesea intalnite la eleroane.

Fig. 1.18 Bracajul flapsului pentru decolare

Anumite aeronave sunt dotate cu suprafete de hiper-sustentatie (flapsuri) pentru a crea portanta la viteze mici, pentru a reduce distanta la decolare si pentru a permite unghiuri mari de apropiere pentru aterizare.

Fig. 1.19. Bracajul flapsului pentru aterizare

Exista diferite tipuri de flapsuri, insa toate maresc atat portanta cat si rezistenta la inaintare. Cel mai intalnit tip la aeronavele usoare este flapsul simplu.

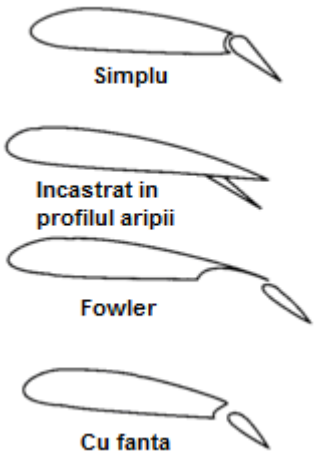


Fig 1.20. Tipuri de flaps

Bracarea flapsului va creste atat portanta cat si rezistenta la inaintare a aeronavei, dar nu in aceeasi cantitate, marirea portantei fiind mai mare decat a rezistentei la inaintare.

Fig 1.21. Comanda din cabina a flapsului-Ikarus C 42

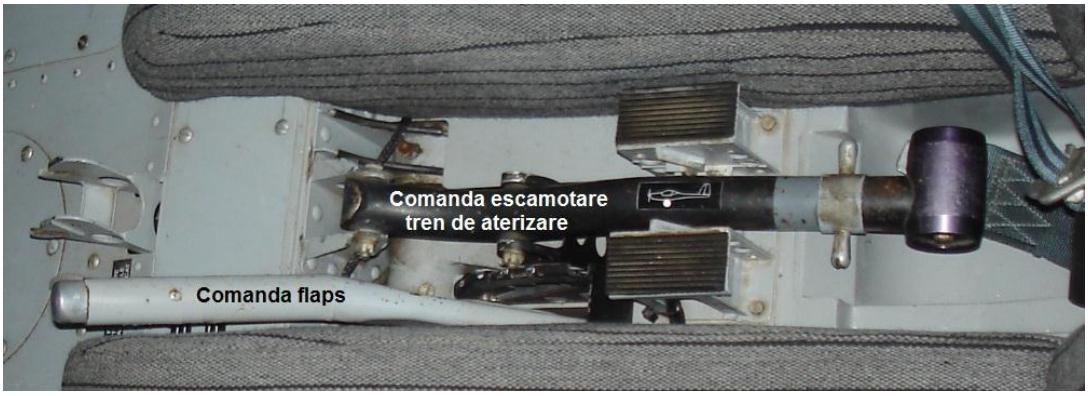


Fig 1.22. Comanda din cabina a flapsului-IAR 46 S

Actionarea flapsului va determina o schimbare a pantei, a atitudinii aeronavei. Modificarea atitudinii aeronavei la bracarea flapsului este influentata si de tipul de flaps, pozitia aripii fata de fuzelaj si constructia amenajului.

Fig. 1.23. Comanda din cabina a flapsului-Aerostar Festival

1.1.5 Trenul de aterizare

Trenul de aterizare are rolul de a sustine greutatea avionului cand acesta se afla pe sol, in timpul decolarii si la aterizare. La aeronavele usoare, cel mai intalnit este trenul de aterizare fix, neescamotabil. Desi rezistenta la inaintare creata de acest tip este considerabila, fiabilitatea si simplitatea sa primeaza.

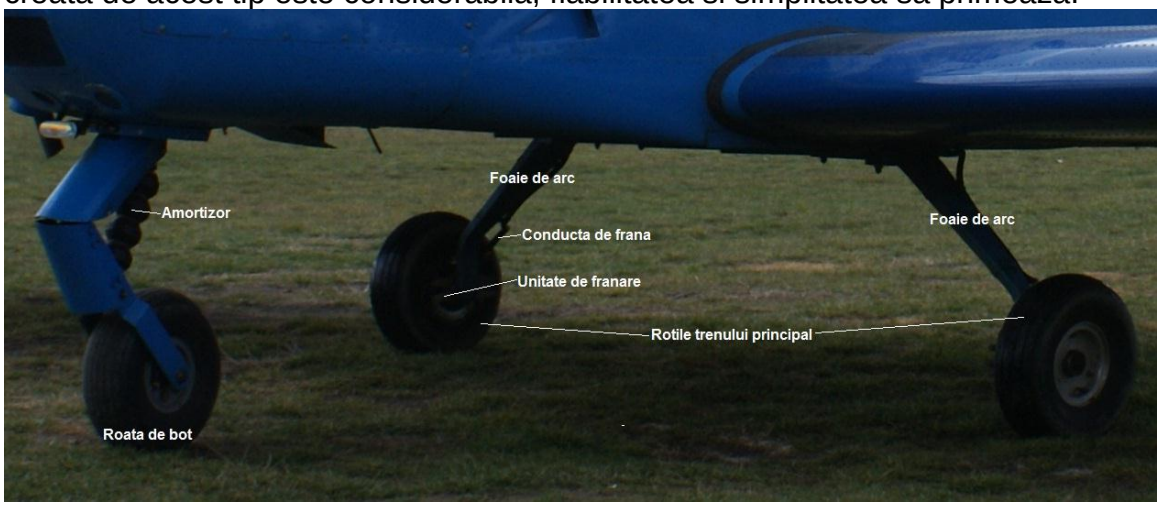


Fig 1.24 Tren de aterizare Aerostar Festival

Constructia cel mai des intalnita este sub forma de triciclu (cu roata de bot sau bechie). Majoritatea avioanelor cu tren de aterizare triciclu au un sistem de orientare al rotii de bot sau a bechiei, actionat concomitent cu directia, prin intermediul palonierelor. Rotile principale sustin cea mai mare parte din incarcatura cand avionul este la sol, indeosebi in timpul decolarii si aterizarii, si de aceea sunt mai robuste decat roata de bot sau bechia. Ele sunt de obicei atasate de structura principala a avionului. Majoritatea avioanelor au sistem de franare pe rotile trenului principal. Exista trei tipuri de fixare a trenului de aterizare:

a) foaie de arc din din otel sau fibra de sticla (Zlin 142, Extra 300L, Festival);
b) bare comprimate (Ikarus C 42);
c) unitate oleo-pneumatica (Zlin 526F – escamotabil).

Trenul de aterizare escamotabil

Avioanele mai avansate au tren de aterizare retractabil (escamotabil); majoritatea avioanelor de scoala au trenul fix.

Fig. 1.25. Tren de aterizare IAR 46 S

Fig. 1.26. Tren de aterizare IAR 46 S – escamotat

Rolul trenului de aterizare escamotabil este de a reduce rezistenta la inaintare in timpul zborului si de a imbunatati astfel performanta aeronavei. Escamotarea trenului poate fi actionata mecanic (IAR 46 S), printr-un sistem hidraulic, pneumatic sau electric (Zlin 526F).

1.1.6 Roata de bot si directia

Roata de bot este mai usoara decat rotile trenului principal si este de obicei atasata de structura principala a avionului cu o unitate oleo-pneumatica.

Fig 1.27. Tren de aterizare Ikarus C 42

Unitatea oleo-pneumatica este construita telescopic, cu un piston care se deplaseaza in interiorul unui cilindru, opus unei presiuni de aer comprimat. Roata de bot se afla de obicei langa panoul parafoc exact in spatele motorului.

Este folosit un ulei special ca agent de amortizare cu rol de a preveni miscarile telescopice inauntrul si in afara unitatii oleo-pneumatice pentru amortizarea socurilor. Cand avionul este parcat, o anumita lungime din cursa amortizorului hidraulic ar trebui sa fie vizibila (depinzind intr-o anumita masura de incarcarea avionului) si acest aspect ar trebui verificat la inspectia externa dinaintea zborului.

Aspectele de verificat sunt:

a) extensia corecta a amortizorului cand sustine greutatea avionului;
b) sectiunea lustruita a amortizorului hidraulic, sa fie curate (pentru a evita uzarea rapida a simeringurilor amortizorului in timpul miscarii telescopice a barei hidraulice); si
c) sa nu existe scurgeri de lichid.

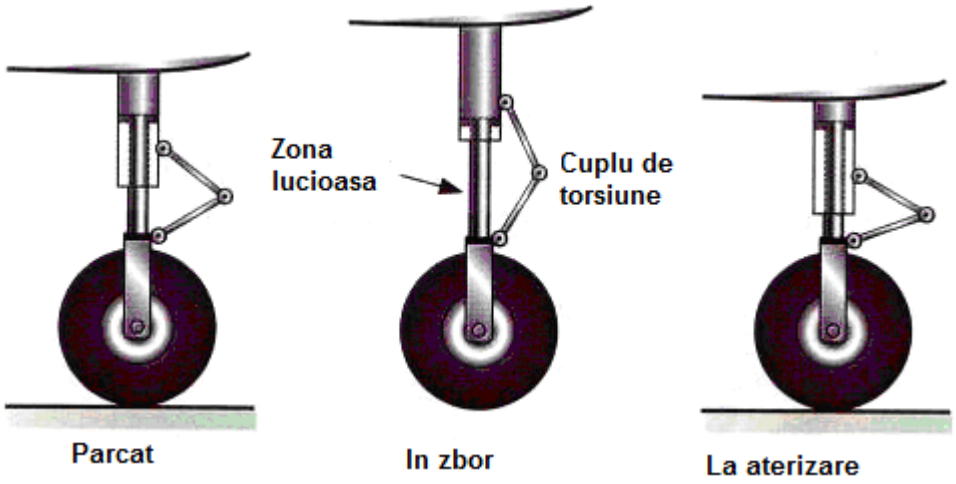


Fig 1.28. Unitatea oleo-pneumatica

O legatura de torsiune este folosita pe ansamblul rotii de bot pentru a alinia corect roata de bot.

Unele avioane au comanda rotii de bot corelata cu miscarea directiei, permitand astfel un control directional mai mare cand se ruleaza pe pista.

Din cauza flexibilitatii pneurilor, o oscilatie rapida, sinusoidala si instabila (cunoscuta ca **shimmy**) poate sa apara in sistemul de ghidare al trenului de aterizare. Aceasta miscare in exces, in special la viteze mari, se poate transmite si structurii aeronavei, fapt ce poate fi periculos. Atat uzarea lagarelor rotilor cat si presiunea inegala din roti pot creste tendinta de a vibra. Pentru a preveni acest lucru, majoritatea ansamblurilor rotii de bot contin un amortizor de oscilatie, o mica unitate cilindru-piston care amortizeaza oscilatiile si previne vibratiile.

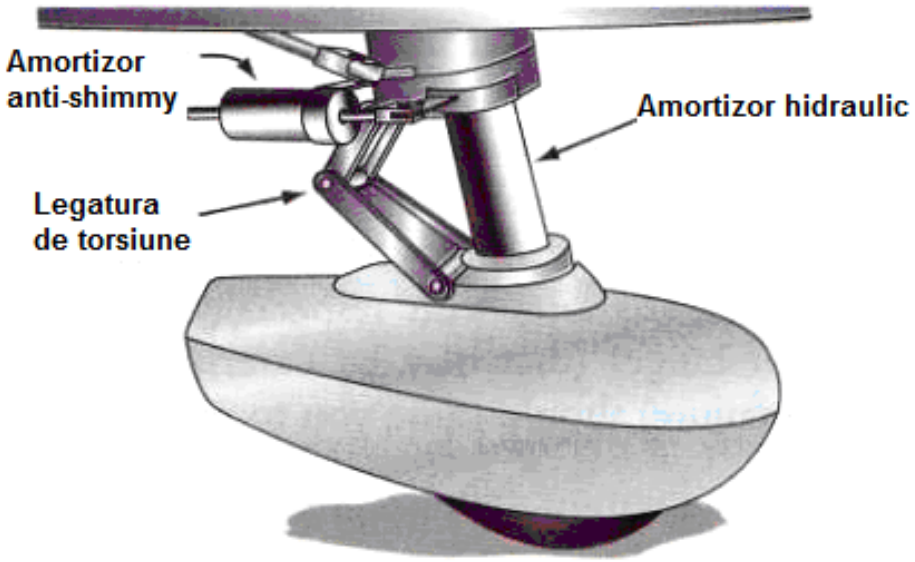


Fig 1.29. Amortizor anti-shimmy

Anvelope

Cauciucurile avionului sunt pneumatice si trebuie umflate la presiunea corecta pentru ca ele sa functioneze asa cum sunt proiectate. Daca presiunea in pneuri este prea mare, acestea se vor uza inegal, pot chiar sa explodeze, iar in timpul rulajului apar vibratii. Daca presiunea in pneuri este scazuta, structura cauciucurilor va suferi deteriorari si poate sa apara chiar alunecarea cauciucului pe janta. Pentru a folosi cauciucurile un timp indelungat la performantele lor constructive, se recomanda umflarea corecta a acestora, la presiunea indicata de fabricantul aeronavei.

In timpul procedurilor normale poate, de asemenea, sa apara alunecarea cauciucului pe janta din cauza ca acesta este fortat sa ajunga de la starea de repaus la viteza imprimata de contactul cu pista (la aterizare) sau in urma franarii si a intoarcerii. Daca alunecarea cauciucului pe janta este prea mare, camera se deterioreaza si devine inutilizabila.

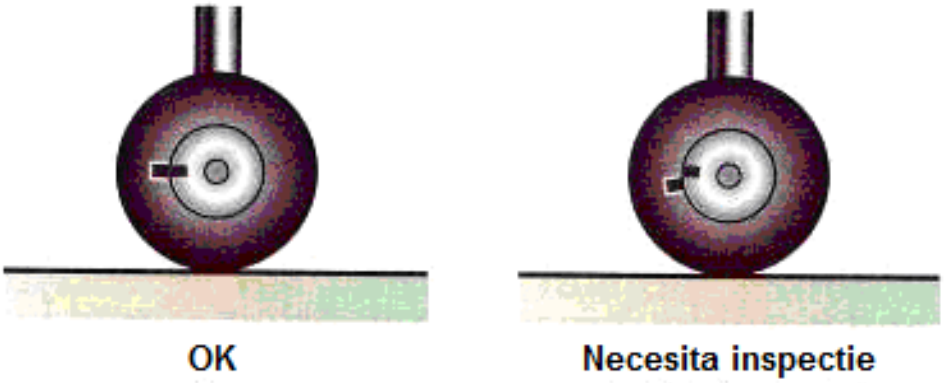


Fig. 1.30. Semnele de pe flansa rotii si de pe cauciuc usureaza inspectia vizuala in caz de alunecare, alungire, deformare

Pentru a monitoriza alunecarea, exista semne cu vopsea pe flansa rotii si pe cauciuc care ar trebui sa ramana aliniate. Daca oricare parte din cele doua rupturi este inca in contact, acea cantitate de ruptura este acceptabila; dar daca sunt separate tubul interior poate fi afectat si cauciucul ar trebui inspectat si reparat. Aceasta poate necesita inlaturare si reasamblare sau inlocuire.

Fig 1.31. Semne pe flansa rotii – Zlin 526F

Starea caucicurilor ar trebui notata in timpul inspectiei externe de dinaintea zborului, indeosebi in ceea ce priveste:

a) umflarea;
b) dilatarea;
c) uzura, indeosebi pete plate cauzate de derapare;
d) taieturi, umflaturi (indeosebi taieturi adanci care expun materialul casant);
e) avarierea structurii peretelui lateral.

1.1.7 Sistemul de franare

Majoritatea avionelor de antrenament dispun de frane pe disc montate la rotile trenului principal. Acestea sunt actionate hidraulic de pedalele situate deasupra comenzilor directiei. Presarea franei de la piciorul stang va incetini roata principala stanga si apasarea franei de la piciorul drept va incetini roata principala dreapta. Folosite separat ofera franari diferentiale, folositoare pentru manevre la sol; folosite impreuna, ofera o franare normala.

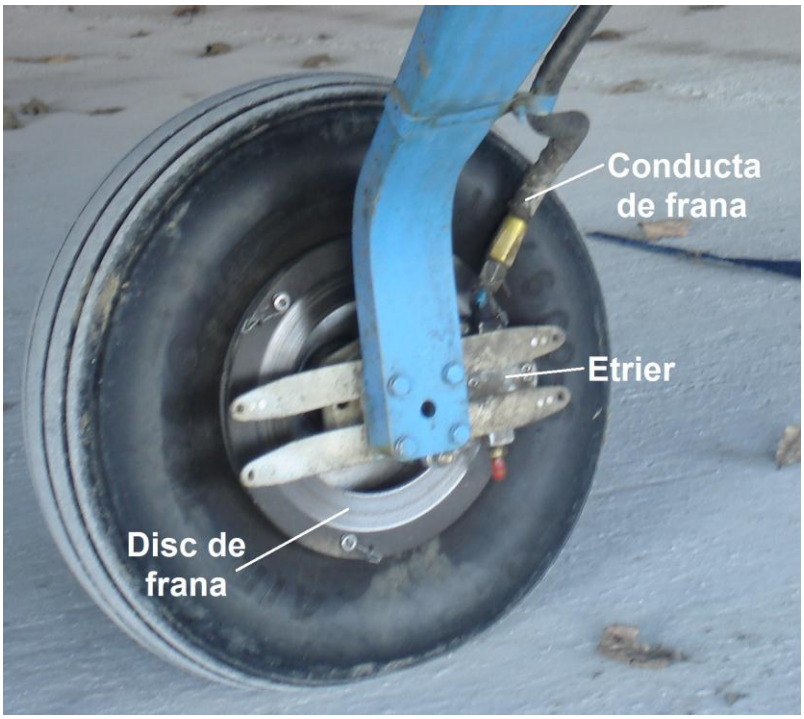


Fig. 1.32. Sistem de frana Aerostar Festival

Un sistem tipic implica lichid hidraulic si un cilindru principal separat pentru fiecare frana. Cand este apasata frana de pe o singura parte, aceasta presiune este transmisa de fluidul hidraulic la un cilindru inferior care actioneaza placutele de frana pe disc. Acesta, care apartine ansamblului rotii, isi micsoreaza numarul de rotatii, incetinind, astfel, aeronava.

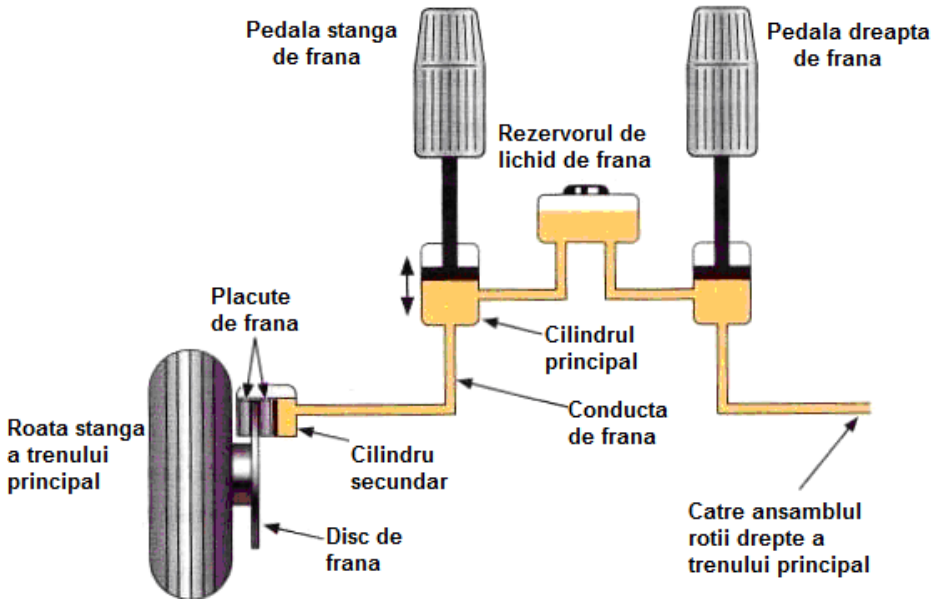


Fig 1.33. Sistem de franare hidraulic

Majoritatea avioanelor au o frana de parcare (de obicei manevrata manual, uneori impreuna cu frana principala) care va mentine presiunea asupra franelor rotilor si poate fi folosita cand avionul este parcat.

In timpul inspectiei de dinaintea zborului, trebuie verificate franele pentru a va asigura de functionarea lor:

a) sa nu exista scurgeri de lichid hidraulic;
b) discurile franei sa nu fie oxidate sau gaurite;
c) placutele de frana sa nu fie uzate;
d) ansmablul franei sa fie ferm atasat.

Un disc sever ruginit sau gaurit va cauza o uzura rapida a placutelor de frana si reducerea eficientei lor, Intr-un caz extrem, discul se poate chiar strica din punct de vedere structural. Scurgerile lichide de la frana sau cilindri indica un sistem cu probleme care poate sa nu ofere franare eficienta. Orice probleme de franare ar trebui rectificate inaintea zborului.

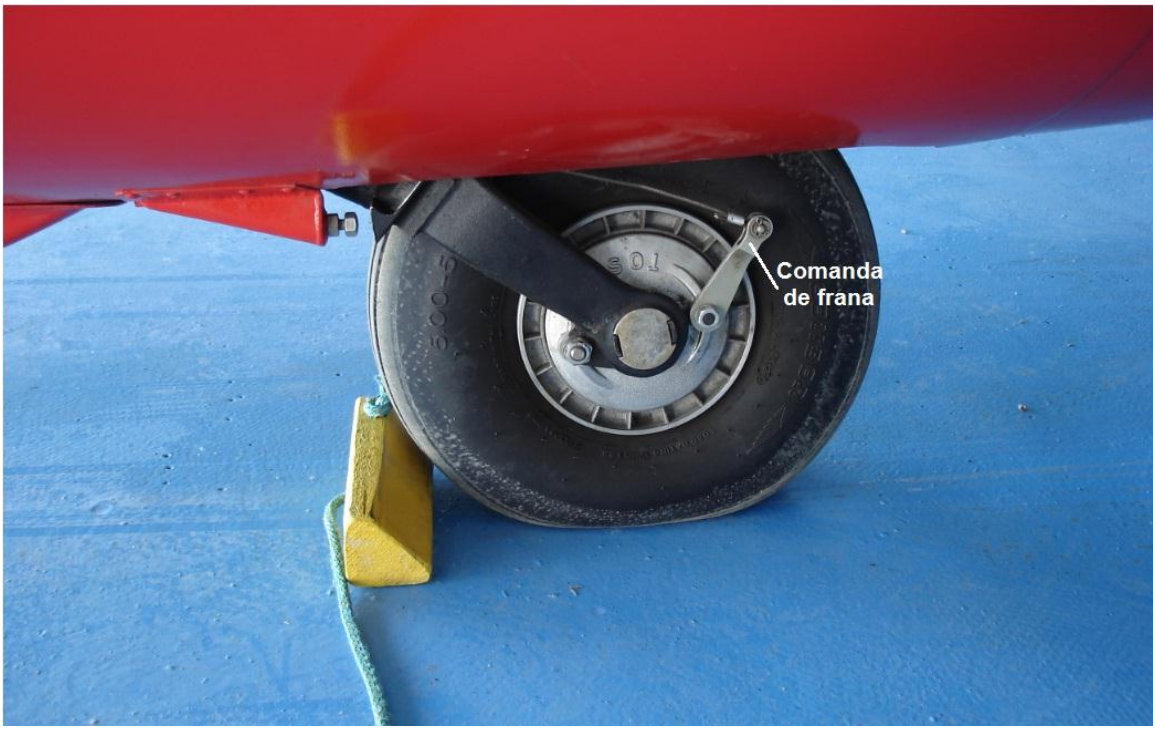


Fig. 1.34. Frana pe roata actionata prin cablu IS 28 B2. Actionarea franei pe roata la acest tip de planor se afla in continuarea franei aerodinamice

Ca urmare a unei inspectii externe satisfacatoare, trebuie in continuare testate franele imediat dupa ce avionul se pune in miscare prima data. Uzura franei poate fi micsorata prin folosirea rationala a franelor in timpul manevrelor la sol. Actionarea franelor pe roata este recomandata sub o anumita viteza, diferita pentru fiecare tip de aeronava.

1.2 Sistemul de ancorare

Dupa incheierea zborului trebuie luate masuri de siguranta pentru securitatea avionului, daca acesta este parcat afara. Procedura normala prevede blocarea rotilor, comenzilor si ancorarea avionului de sol. Ori de cate ori este necesar, asigurati-va de prezenta la bord a sistemului de ancorare.

Acesta contine:

a) cabluri (franghii) de ancorare
b) raci de ancorare
c) ciocan
d) cale de roti

Intotdeauna parcati avionul cu fata in vant, cuplati frana de parcare si puneti calele la roti.

1.2.1 Blocarea suprafetelor de comanda

Unele avioane au posibilitatea blocarii mansei in pozitia de parcare – Zlin 726, 526, aceasta asigurand mentinerea fixa a suprafetelor de comanda. Unele avioane sunt prevazute cu dispozitive externe de blocaj – ex. AN2. Acestea trebuie sa fie colorate fluorescent pentru a fi vizibile.

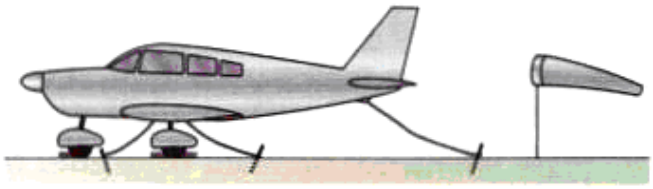
Atentionare: La inspectia aeronavei inainte de zbor acestea trebuie inlaturate!

1.2.2 Ancorarea aeronavei

In general, avioanele au prevazute inele de ancorare sub planuri, in zona cozii si uneori in fata. Uzual, se fixeaza in sol ancorele de care se leaga cablurile de ancorare. Modul de ancorare este descris in Fig 1.37, si are ca scop fixarea cat mai puternica a avionului de sol.

Majoritatea aerodroamelor au puncte de ancorare fixe la locurile de parcare cu inele metalice fixate in beton.

Franghiile de nylon sunt de preferat celor de canepa (manila), acestea fiind mai elastice si facand noduri care nu se intepenesc daca se uda. Avionul se leaga nu foarte strans (cu franghia usor slabita), facandu-se noduri care nu aluneca. Daca franghia este foarte intinsa in cazul in care ploua, aceasta se tensioneaza si solicita structura avionului.



- Parcat cu fata in vant
- Aripile ancorate
- Cale la roti pentru a impiedica aeronava sa se deplaseze in spate
- Ancorarea cozii impiedica aeronava sa se deplaseze in fata

Fig. 1.35. Ancorarea aeronavei

Daca franghia este lasata prea slaba, vantul poate ridica avionul de pe sol, urmat de trantirea acestuia care chiar daca se face pe trenul de aterizare, produce socuri mecanice care solicita structura. Asigurati-va, asadar, ca tensionarea cablurilor de ancorare este cea potrivita.

Acoperirea tubului pitot

Orice contaminari (ex: viespi, apa, gheata etc.) in tubul Pitot poate cauza erori de citire a indicatiilor instrumentelor de presiune – vitezometru, altimetru, variometru.

Atentionare: La controlul inainte de zbor trebuie inlaturata husa.

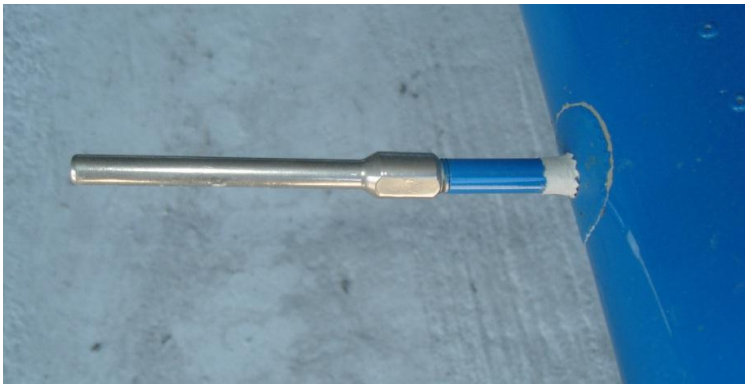


Fig. 1.36. Priza presiune totala Aerostar Festival

Fig. 1.37. Priza presiune totala IAR 46 S

Pagina lasata goala

CAPITOLUL 2.

2 Grupul Motopropulsor

2.1 Motorul aeronavei

Avioanele pot fi propulsate de o varietate de motoare, dar in principal se folosesc doua tipuri – motorul cu piston si turbomotorul (motorul cu reactie).

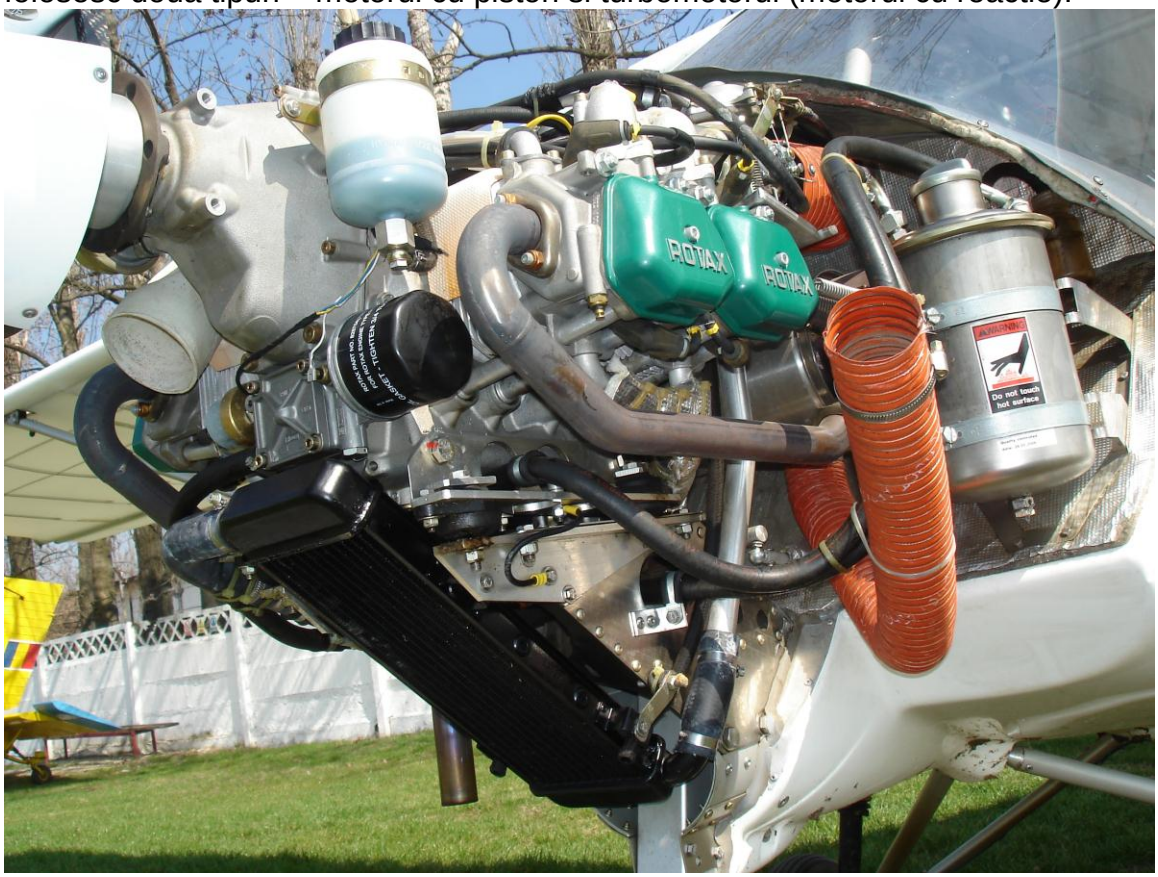


Fig. 2.1. Motor cu piston Rotax 912 – Ikarus C 42

2.1.1 Principiile de baza ale motorului cu piston

Motorul clasic are un numar de cilindri in interiorul carora culiseaza pistoanele. In fiecare cilindru amestecul carburant este ars, energia calorica cauzand extinderea gazelor si actionand in consecinta asupra pistonului deplasandu-l in interiorul cilindrului. Aceasta reprezinta transformarea energiei chimice a combustibilului in energie calorica si apoi in energie mecanica.

Pistonul este conectat prin biela la arborele motorului pe care il roteste. Biela converteste miscarea liniara a pistonului in miscare de rotatie a arborelui, care transmite energia generata de motor la elice. Majoritatea avioanelor au elicea cuplata direct la arborele cotit si arborele cotit este si arborele elicei. Elicea produce forta de tractiune necesara zborului.

2.1.2 Constructia generala

Motorul cu piston are multe variante constructive din care multe sunt proprii echiparii avioanelor. Tipurile de motoare mai vechi aveau cilindrii dispusi radial in jurul arborelui cotit – ex: AN2. Motoarele radiale, denumite si in stea, au un excelent raport putere/greutate in gama de puteri mari necesare pentru operatiuni precum lucrul agricol.

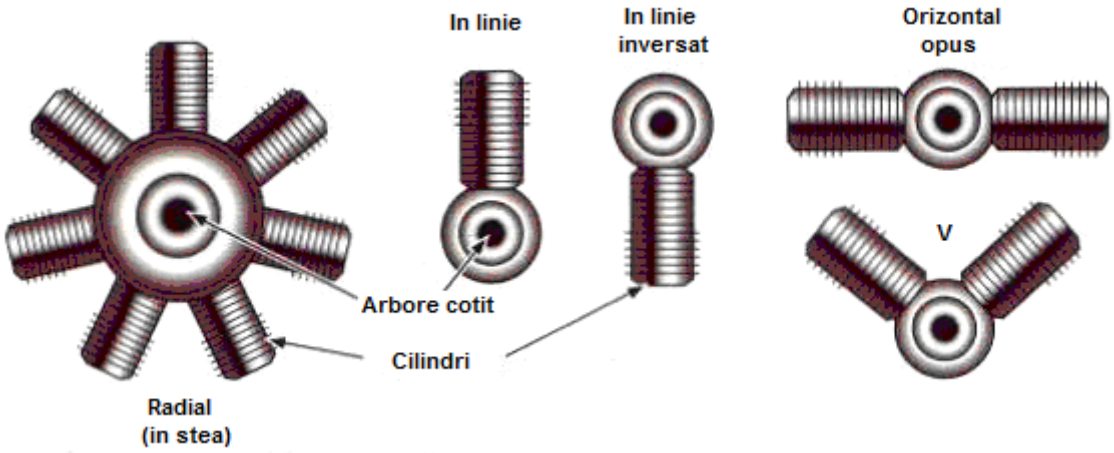


Fig 2.2. Tipuri de motoare cu piston

Unele avioane au motoare in linie, la care cilindrii sunt dispusi in rand – acelasi principiu de baza ca in cazul majoritatii motoarelor auto. Cateva din primele modele de avioane au avut motoare in linie cu cilindrii dispusi vertical deasupra arborelui cotit, cu capetele cilindrilor deasupra motorului.

Ridicarea liniei de forta intr-o pozitie corespunzatoare din considerente de proiectare au pozitionat cilindrii si implicit corpul motorului intr-o pozitie foarte inalta. Acest fapt a obstructionat vizibilitatea pilotului. Un alt dezavantaj la aceasta varianta este garda foarte mica a elicei fata de sol, fapt care determina necesitatea unor jambe foarte lungi. Cea mai simpla solutie in rezolvarea acestor probleme a fost inversarea cilindrilor astfel incat arborele cotit sa fie deasupra.

Deasemenea mai sunt si alte variante cum ar fi motoarele in V sau H (aceasta desemnand dispunerea cilindrilor), variante folosite la avioanele militare precum Spitfire sau Tempest care necesitau puteri mari (2000-3000 CP).

Pistonul culisand in cilindru reprezinta unul din peretii camerei de combustie. Pistonul este prevazut cu segmenti care etanseaza pistonul in cilindru

prevenind orice pierdere de putere prin lateralele pistonului precum si trecerea uleiului in camera de ardere.

Arborele cotit si biela transforma miscarea in linie a pistonului in miscare de rotatie. Totodata, arborele cotit preia puterea de la toti cilindrii si o transfera la elice. Biela face legatura intre arborele cotit si piston. Supapa (valva) de admisie permite intrarea amestecului carburant in cilindru. Cilindrul formeaza restul camerei in care amestecul combustibil este comprimat si ars. Supapa (valva) de evacuare permite gazelor arse sa iasa din cilindru dupa combustia acestora. Bujiile aprind amestecul combustibil.

Unul din cele mai uzuale motoare clasice folosite in prezent este motorul cu patru, sase sau opt cilindri dispusi orizontal si opusi.

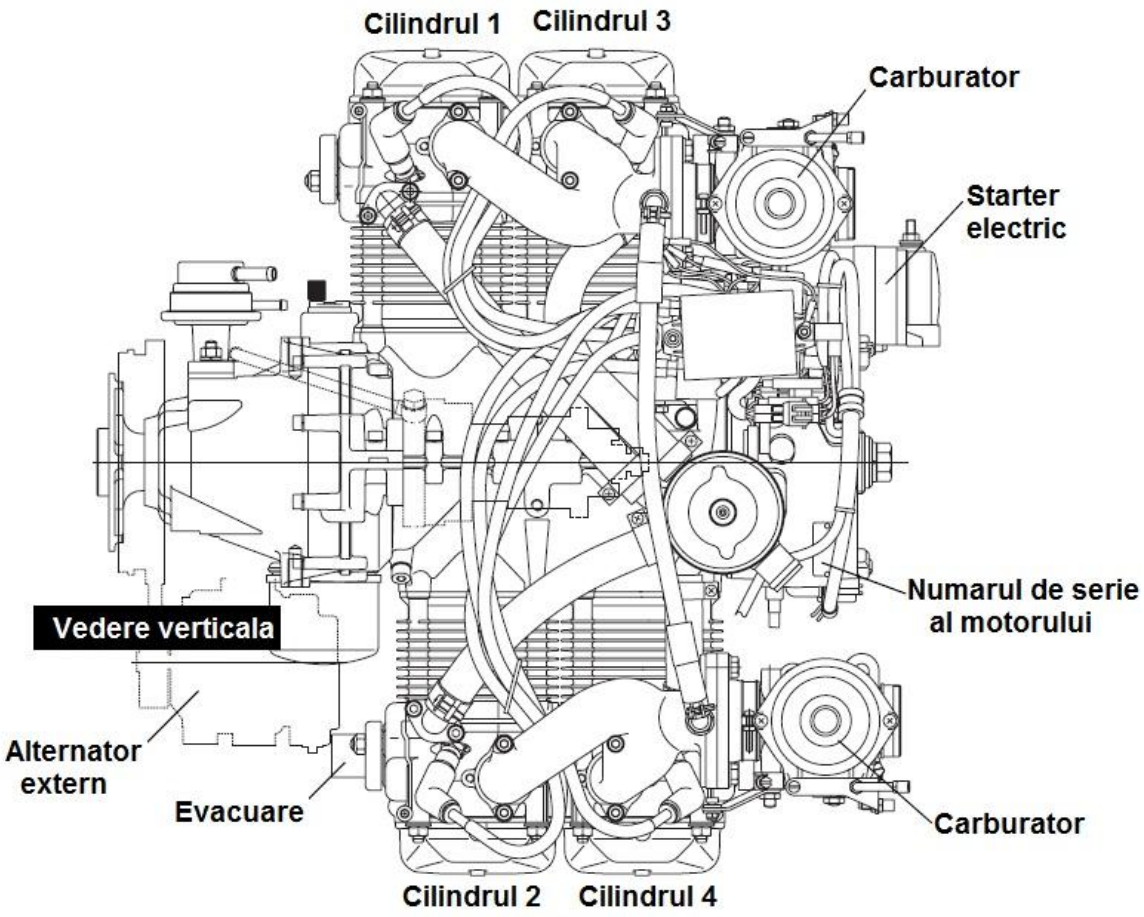


Fig 2.3. Motor cu piston Rotax 912

2.1.3 Ciclul motorului in patru timpi

Ciclul complet al acestui motor cu piston este compus din patru curse complete ale pistonului in cilindru, de unde denumirea de motor in patru timpi.

Nikolaus Otto a descris si dezvoltat acest motor in 1876, astfel incat acest ciclu in patru timpi este cunoscut ca fiind ciclul Otto.
Cei patru timpi sunt :

1 - admisia;
2 - compresia;
3 - arderea (sau detenta);
4 - evacuarea.

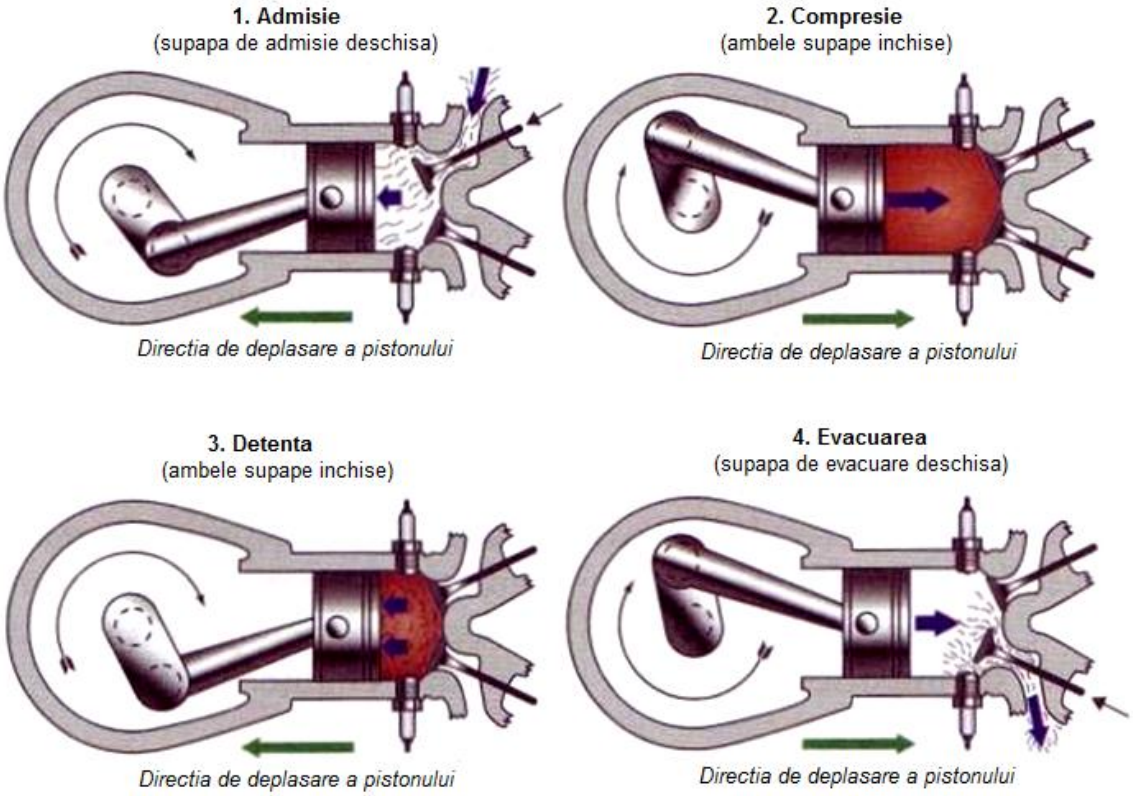


Fig 2.4. Cei patru timpi ai unui motor cu piston

Admisia reprezinta timpul in care amestecul este aspirat in cilindru. Pistonul culiseaza de la punctul mort superior (PMS) catre punctul mort inferior (PMI) creand o depresiune in cilindru. Acest fapt face ca fluxul de aer din sistemul de admisie, trecand prin carburator (unde benzina este dozata si amestecata cu aer, rezultand amestecul carburant) sa fie aspirat in cilindru prin supapa de admisie care este deschisa.

La inceputul compresiei, supapa de admisie se inchide si pistonul se intoarce catre PMS, marind astfel progresiv presiunea amestecului si implicit temperatura acestuia. La sfarsitul timpului (etapei) de compresie, amestecul este aprins de o descarcare electrica (scanteie) produsa intre electrozii bujiei, initiindu-se astfel arderea progresiva a amestecului (combustia). Acest fapt produce extinderea gazelor creandu-se astfel o presiune mare ce se exercita pe capul pistonului care in acest moment a trecut de varful cursei si este impins

inapoi in cilindru in timpul de ardere. Exact inainte de terminarea arderii, supapa de evacuare se deschide si gazele arse sunt fortate sa iasa prin sistemul de evacuare in atmosfera.

Cand pistonul se apropie din nou de PMS in timp ce ultimile gaze arse sunt evacuate, supapa de admisie se deschide si cea de evacuare se inchide, initiindu-se astfel din nou primul timp-admisia, si ciclul se reia.

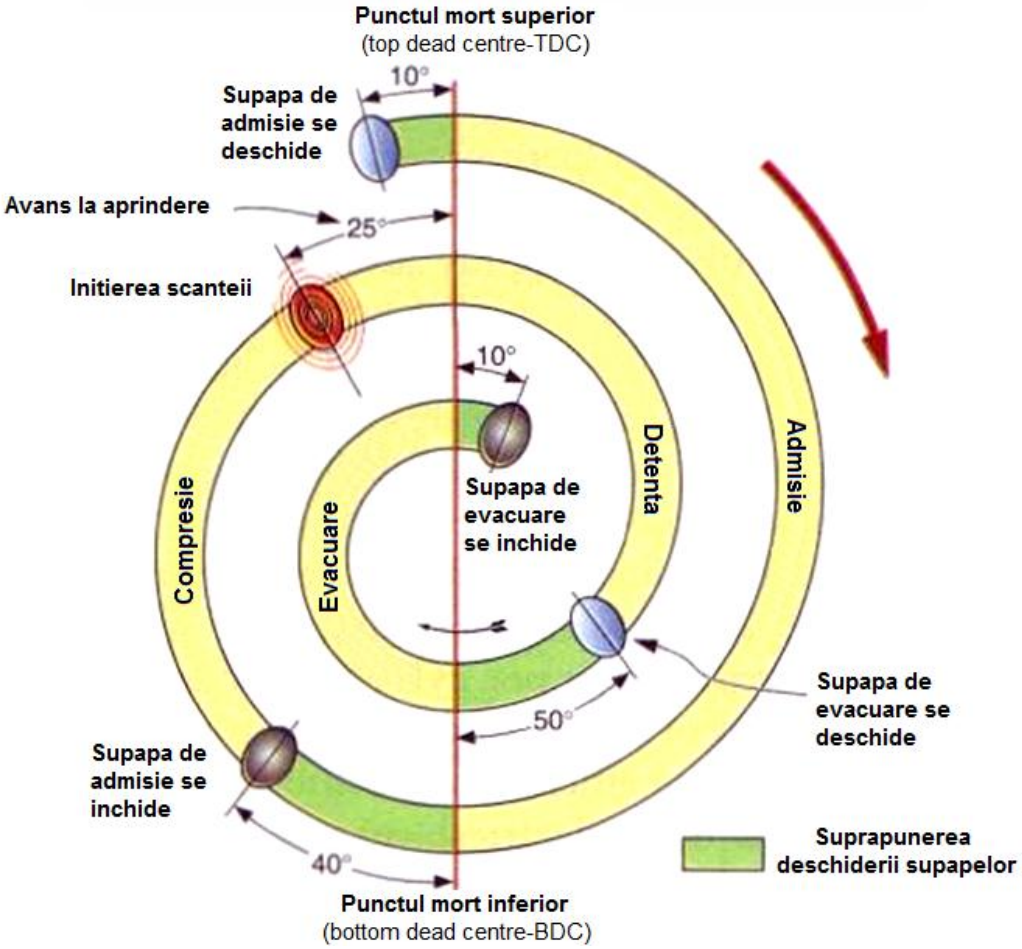


Fig 2.5. Suprapunerea deschiderii supapelor la motorul in patru timpi

De notat ca intr-un ciclu Otto complet din cei patru timpi doar unul dezvolta putere cu toate ca arborele cotit (care transmite puterea la elice) se roteste de doua ori. Pentru cresterea puterii dezvoltate de motor si pentru asigurarea unei functionari ”rotunde”, motorul are mai multi cilindri ai caror timpi de ardere sunt esalonati la diferite pozitii pe parcursul rotatiei arborelui cotit. Aceaste esalonari (spatieri) sunt egale astfel incat, la un motor cu patru cilindri (des intalnit la avioanele de scoala), arborele cotit va primi in doua rotatii complete putere de la patru timpi diferiti de ardere – cate unul de la fiecare cilindru. In cazul unui motor cu sase cilindri vor fi sase timpi de ardere pe parcursul a doua rotatii.

Compresia motorului

Motoarele sunt proiectate astfel incat valoarea presiunii de compresie produsa de piston va indica tipul de combustibil ce va fi folosit. Presiuni dezvoltate mai mari vor produce mai multa putere (la aceeasi capacitate data a motorului), dar necesita folosirea unui combustibil de calitate mai buna capabil sa suporte presiuni si temperaturi mari fara sa explodeze (fara sa produca detonatii).

Raportul de compresie al unui motor este raportul dintre volumul total al cilindrului cu pistonul la PMI si volumul liber de deasupra pistonului cand acesta este la PMS. Volumul cilindrului aspirat de piston in cursul unui timp se numeste volum aspirat.

Raportul de compresie = Volumul total / Volumul liber

Supapele si distributia

Fig 2.6. Supape

Supapa de admisie (care permite intrarea amestecului in cilindru) si supapa de evacuare (prin care gazele arse sunt eliminate) trebuie sa se deschida si sa se inchida la momente foarte precise legate de miscarea pistonului. Pentru a putea realiza aceasta corelare exista axa cu came antrenata de arborele cotit prin intermediul unui angrenaj cu roti dintate.

Axa cu came se roteste cu jumatate din viteza de rotatie a arborelui cotit si actioneaza culbutorii (prin intermediul tijelor tachetilor) care apasa si deschid supapele (comprimand si arcurile acestora). Momentul exact de actionare a supapelor este calculat de proiectant si trebuie sa fie punctul optim conform ciclului motorului.

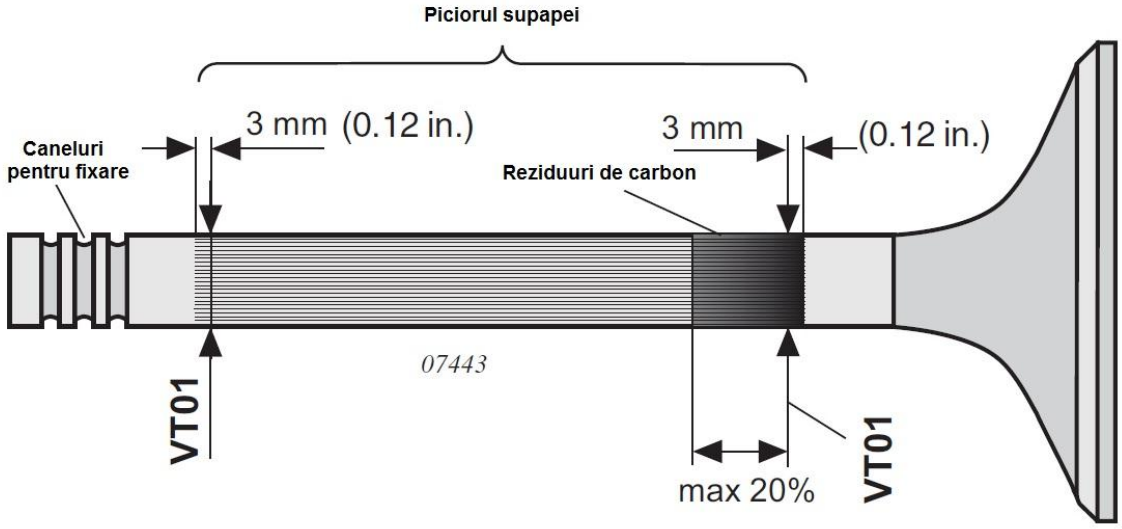


Fig 2.7. Supapa motor Rotax 912

Uzual viteza de rotatie a motorului in regim de lucru este de 2400 rotatii pe minut. Fiecare supapa de admisie se deschide si se inchide odata la patru curse ale pistonului, adica odata la doua rotatii complete a arborelui cotit. Prin urmare axa cu came se roteste cu jumatate din viteza arborelui cotit. La 2400 rot/min fiecare supapa se deschide si inchide de 1200 ori pe minut – de 20 de ori pe secunda.

Puterea pe care o dezvolta motorul depinde de cantitatea de amestec care poate fi introdusa in cilindru in timpul admisiei, durata acestui proces fiind foarte scurta.

Supapa de admisie deschizandu-se exact inainte ca pistonul sa atinga PMS si inchizandu-se imediat dupa ce pistonul trece de PMI determina timpul de admisie extins astfel la maximum. Aceste momente se numesc atacul supapei si eliberarea supapei.

Similar, supapa de evacuare se deschide imediat inainte de PMI si se inchide imediat dupa PMS pentru timpul patru (de evacuare) si inceputul timpului de admisie.

De notat ca, pentru o foarte scurta perioada de timp, la startul timpului de admisie, gazele arse sunt inca in timpul eliminarii din cilindru (cu supapa de evacuare deschisa), in timp ce amestecul proaspat incepe sa intre prin supapa deschisa de admisie. Aceasta scurta perioada cand ambele supape (admisie si evacuare) sunt deschise se numeste suprapunerea deschiderii supapelor.

Arderea

O scanteie de inalta tensiune este produsa in cilindru cu putin inainte ca pistonul sa atinga PMS si sa inceapa timpul de ardere. Aceasta scanteie usor devansata permite initierea unui front de flacara controlat care incepe sa se deplaseze prin amestecul care a fost comprimat in cilindru. Gazele incep sa se

destinda datorita arderii si exercita o presiune foarte mare asupra pistonului pe perioada coborarii acestuia in cilindru in timpul trei al ciclului (al arderii). Scopul sistemului de aprindere este sa produca scanteia temporizata pentru fiecare cilindru.

Majoritatea motoarelor de aviatie au sistemul de aprindere dual (si independent), care functioneaza in paralel unul cu celalalt, fiecare sistem alimentand una din cele doua bujii montate pe fiecare cilindru. Acest sistem dual este mai sigur in cazul cedarii unuia din sisteme si permite o crestere a randamentului arderii.

Curentul electric de inalta tensiune necesar alimentarii bujiilor este produs de componentele motorului numite magnetouri, cate un magnetou pentru fiecare din cele doua sisteme ale aprinderii. Fiecare magnetou este antrenat mecanic de motor si genereaza curent electric care este distribuit la bujii la momentul exact.

Magnetoul consta dintr-un magnet care este rotit (in interiorul carcasei sale) in apropierea unui conductor care are o infasurare in jurul sau. Rotatia magnetului induce un curent electric in infasurare. In jurul acestei infasurari primare se afla infasurarea secundara care are un numar mult mai mare de spire – un transformator – care transforma voltajul primarului intr-un curent de voltaj mult mai mare. Aceasta inalta tensiune este directionata sa alimenteze fiecare bujie la momentul potrivit, producand o scanteie intre electrozii acesteia care initiaza aprinderea amestecului comprimat in camera de ardere.

Temporizarea producerii scanteii este esentiala. Fiecare magnetou are un set de contactori (ruptorul) care sunt fortati sa se deschida si sa se inchida de catre o cama care este parte a axului magnetului care se roteste. Intrerupatorul face parte din circuitul primar si cand se deschide intrerupe curentul care trece prin acesta. Caderea brusca a curentului din circuitul primar (ajutata de un condensator sau capacitor plasat intre ploti) induce inalta tensiune necesara in infasurarea secundara.

Bujia este plasata in circuitul secundar si tensiunea inalta – cca 20.000 volti – dintre electrozi cauzeaza producerea scanteii.

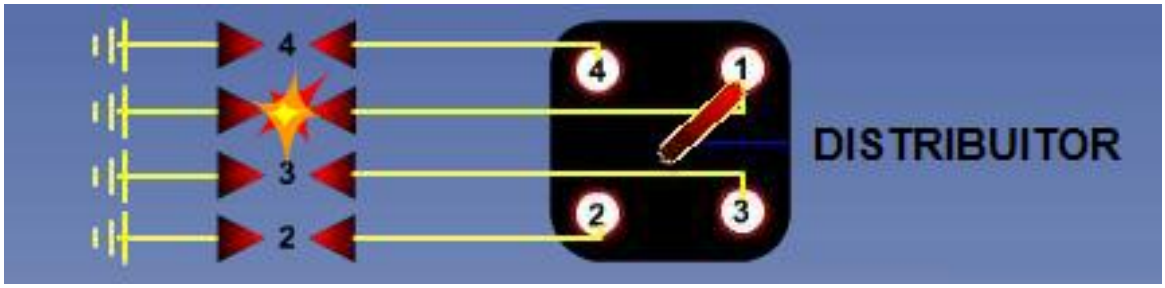


Fig. 2.8. Distribuitor

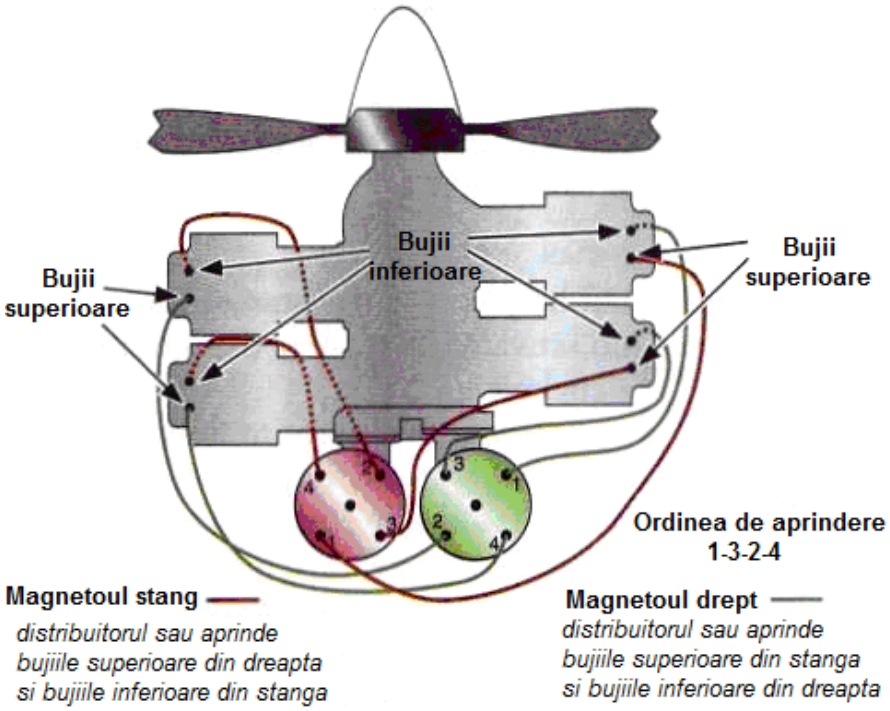


Fig 2.9. Sistemul de aprindere

Cum ciclul fiecarui cilindru este defazat fata de ale celorlalti, curentul trebuie sa fie distribuit catre fiecare bujie la momentul exact (putin inainte de inceperea arderii). Distribuitorul este componenta magnetoului care indeplineste aceasta functie.

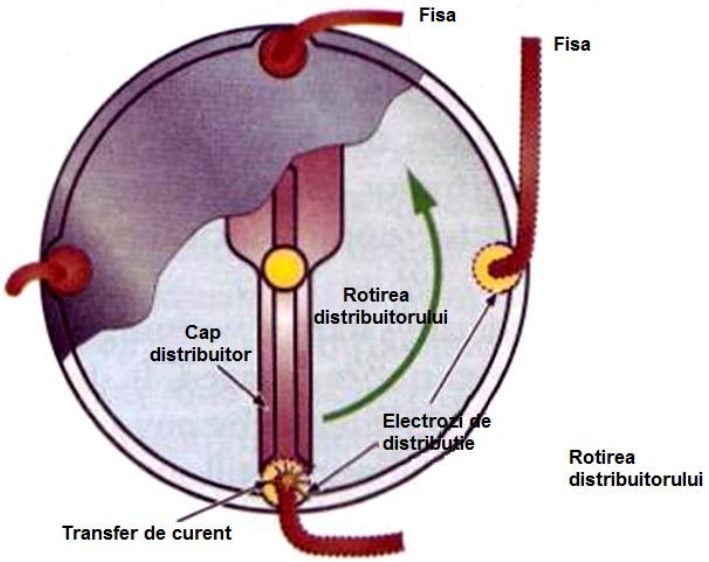


Fig. 2.10. Distribuirea scanteii pentru fiecare cilindru

Amestecul carburant din fiecare cilindru se aprinde odata la fiecare doua rotatii ale arborelui cotit si distribuitorul are un rotor a carui rotatie este demultiplicata fata de cea a arborelui cotit, astfel incat acesta se roteste complet odata la fiecare doua rotatii complete ale arborelui. Cu alte cuvinte, rotorul distribuitorului face o turatie completa pe tot ciclul de patru timpi al motorului. Odata la fiecare rotatie rotorul distribuitorului distribuie curentul de inalta tensiune din circuitul secundar fiecarui cilindru in ordinea corecta a arderii.

Circuite separate pentru bujiile apartinand aceluiasi sistem de aprindere (una pe cilindru) pleaca din terminale diferite ale cutiei distribuitorului. Firele circuitelor (fisele) sunt inmanunchiate adesea, impreuna formand cablajul aprinderii. Pierderile de curent din cablajul aprinderii cauzeaza mersul inconstant al motorului (aceasta poate sa apara la altitudini mari, chiar daca nu se manifesta la nivelul marii). Unul din obiectivele inspectiei inainte de zbor este o verificare vizuala a izolatiei cablajului aprinderii (eventuala existenta a crapaturilor sau exfolierilor datorate caldurii,etc.).

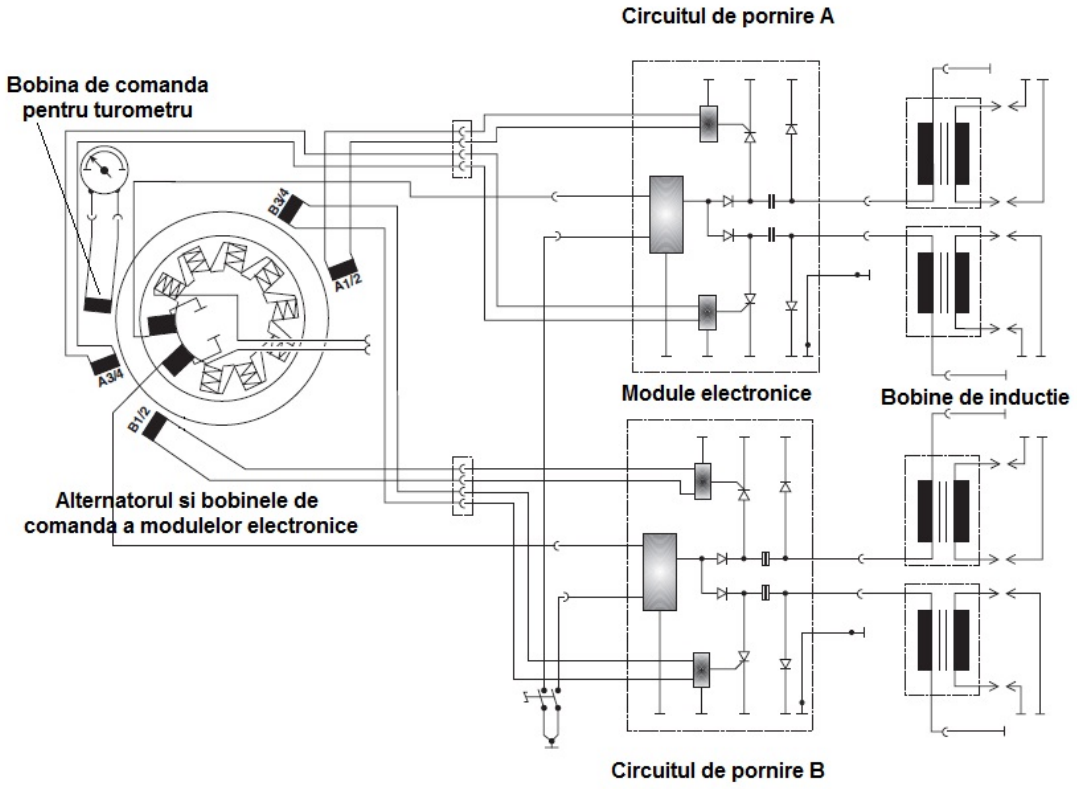


Fig 2.11. Sistem de aprindere motor Rotax 912

Sistemul de evacuare

Gazele arse sunt evacuate din motor si eliberate in atmosfera prin sistemul de evacuare. Starea acestuia este importanta pentru a nu permite scapari de gaze care sa se infiltreze in cabina, deoarece acestea contin monoxid

de carbon, un gaz incolor si inodor care este dificil de detectat dar care poate cauza inconstienta sau moartea.

2.2 Sistemul de racire al motorului

Motorul cu piston transforma energia chimica a combustibilului in caldura si energie de presiune prin combustie, iar aceasta este mai departe transformata in energie mecanica pentru a roti elicea. Transferul de energie mecanica nu este complet si perfect. Pierderile de energie precum caldura si zgomotul pot totaliza mai mult decat jumatate din energia totala a combustibilului.

Arderea amestecului carburant in cilindrii motorului si frictiunea partilor sale aflate in miscare au ca rezultat incalzirea motorului. Temperaturile excesiv de mari ale motorului ar trebui evitate deoarece ele vor:

a) reduce eficienta sistemului de ungere;
b) afecta arderea amestecului carburant in mod advers;
c) cauza detonatii in cilindri;
d) slabi componentele motorului si vor scurta viata motorului.

2.2.1 Racirea cu aer

Majoritatea motoarelor avioanelor moderne usoare sunt racite cu aer prin expunerea cilindrilor si a aripioarelor de racire la un curent de aer. Aripioarele de racire cresc suprafata expusa curentului de aer pentru a permite o racire mai buna.

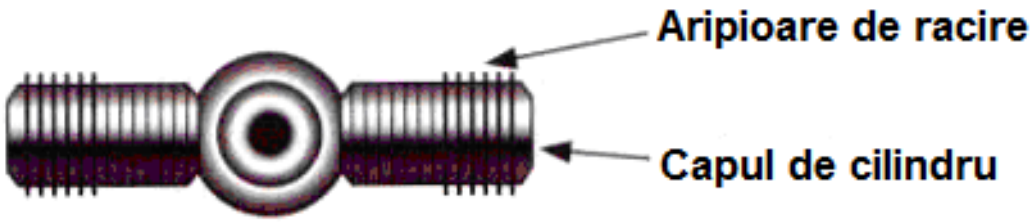


Fig 2.12. Aripioarele de racire la un motor cu cilindrii orizontali opusi

Cand curentul de aer trece in jurul unui cilindru poate deveni turbulent si se poate rupe intr-o asemenea maniera incat sa apara o racire inegala, formind puncte de caldura locale, slab racite. Pentru a evita aceasta racire inegala, fantele capotei motorului in partea din fata preiau aerul din zona de inalta presiune din spatele elicei si il distribuie cat se poate de egal in jurul cilindrilor, unele motoare avand in acest scop prevazute deflectoare de curent de aer. Dupa racirea motorului, aerul iese prin fante special prevazute in partea din spatele motorului.

Racirea aerului este cel mai putin eficienta la regimuri mari de functionare si viteza redusa a aerului, de exemplu la decolare. Regimul ridicat de putere produce multa caldura si viteza de aer scazuta ofera numai un curent de aer redus care sa ajute la racire. La viteze de aer ridicate si regimuri scazute de putere, ca de exemplu la coborare, racirea poate fi prea eficienta.

2.2.2 Sistemul de racire

Unele avioane au incastrate in capotele motorului, voleti reglabili pentru racire care pot fi actionati (electric sau manual) din cabina, oferindu-i pilotului mai mult control asupra racirii motorului. Voletii deschisi permit unei cantitati mai mari de aer sa iasa din compartimentul motorului. Aceasta cauzeaza un curent de aer crescut peste si in jurul motorului. Voletii deschisi fac ca rezistenta la inaintare sa creasca (unerori este mentionata ca “rezistenta de racire”). Voletii inchisi vor reduce curentul de aer in comparatie cu atunci cand sunt deschisi, reducind astfel racirea motorului.

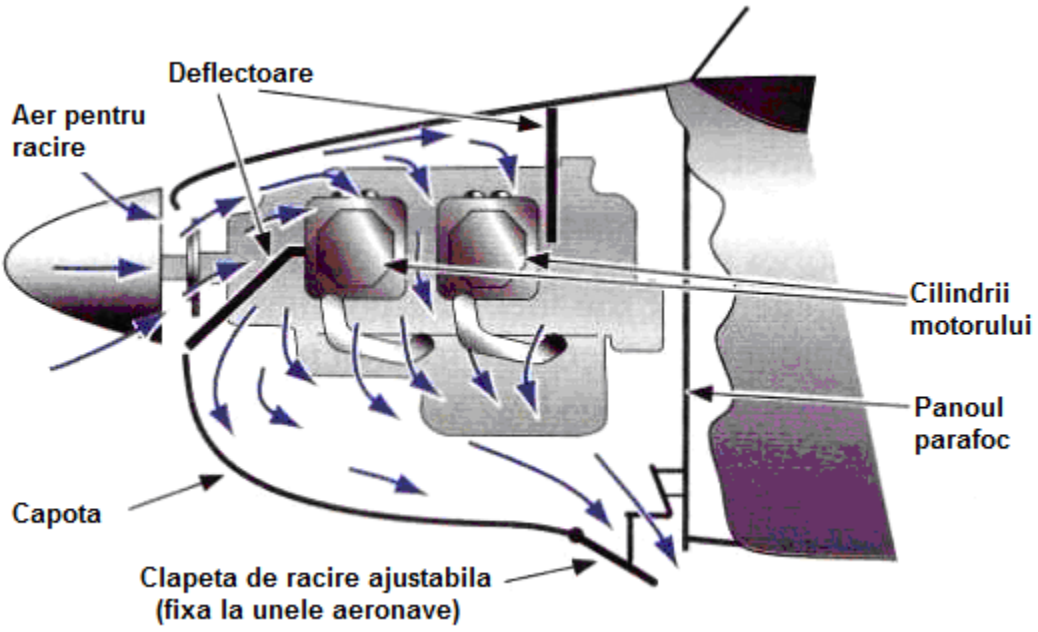


Fig 2.13. Clapeta de racire si racirea motorului

Voletii de racire trebuie folositi cu atentie in cantitati mici, tinind cont de conditiile ambientale. De obicei sunt deschisi pentru decolare, partial deschisi in urcare sau in timpul zborului de croaziera, si inchisi aproape complet in timpul unei coborari fara putere. Vor fi deschisi la apropierea de sol, cand va fi necesara o crestere a puterii la o viteza a aerului scazuta. Voletii trebuie deschisi cand se ruleaza pe sol, pentru a ajuta la disiparea caldurii motorului.

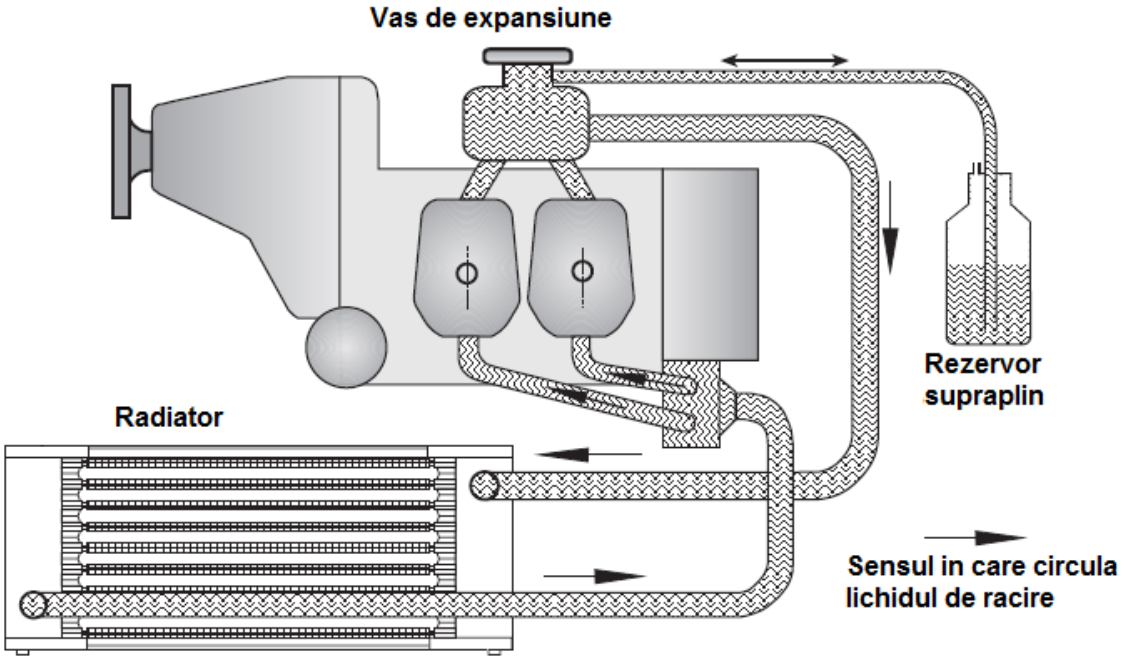


Fig 2.14. Sistemul de racire cu lichid de racire

2.2.3 Temperatura chiulaselor cilindrilor

Factorul de decizie asupra reglajului voletilor este temperatura chiulaselor cilindrilor, sau temperatura anticipata a acestora, si aceasta este indicata in cabina de un aparat indicator al temperaturii chiulaselor cilindrilor (CHT).

Trebuie monitorizata temperatura la chiulasa in timpul zborului dar si la sol, cand racirea este mai slaba. Manualul de zbor al aeronavei va indica temperaturile minime, recomandate si maxime pentru o functionare optima a motorului.

Fig. 2.15. Indicator de temperatura chiulasa Rotax 912

Daca temperaturile de la chiulasa cresc pe timpul zborului, racirea motorului poate fi imbunatatita de:

a) deschiderea completa a voletilor (pentru a permite un curent de aer mai mare in jurul motorului);
b) imbogatirea amestecului (surplusul de combustibil are un efect de racire in cilindri datorita cantitatii mai mari evaporate, astfel ca un amestec bogat raceste mai bine decat un amestec sarac);
c) reducerea puterii motorului (astfel incat sa produca mai putina caldura);
d) cresterea vitezei (pentru o racire mai buna a motorului).

Intr-o urcare se poate reduce puterea motorului, creste viteza si urca cu o rata de urcare mai mica. La zborul de croaziera cu viteze normale, nu se poate reduce puterea si creste viteza aerului decat incepind o coborare; solutia ar fi, pentru rezolvarea acestei probleme, folosirea inaltimii de siguranta.

Alti factori care influenteaza racirea motorului asupra carora pilotul are foarte putin control in timpul zborului include:

a) starea radiatorului de racire a uleiului. Un radiator de ulei murdar si ineficient nu va permite cea mai buna racire a uleiului care circula prin el. Uleiul, fiind mai cald decat se doreste, va fi incapabil sa duca la fel de multa caldura de la motor, si sa isi si reduca calitatile de vascozitate si ungere, ceea ce poate duce la crearea de temperaturi mai mari in motor.
b) temperatura aerului exterior. Evident, aerul cald nu va raci motorul la fel de bine ca aerul rece.

Nota: La unele avioane coiful elicei este parte a sistemului de dirijare a curentului de aer pentru racirea motorului, asa ca aceste avioane nu trebuie sa zboare fara ca acest coif al elicei sa fie montat.

2.2.4 Ventilarea cabinei, sistemul de incalzire

Confortul pilotului este important pentru un zbor eficient si in siguranta si de aceea majoritatea avioanelor au sisteme de ventilare si incalzire. Calitatea vizibilitatii frontale este importanta, astfel ca sistemele de ventilatie sunt prevazute si cu posibilitatea dezaburirii si degivrarii parbrizului.

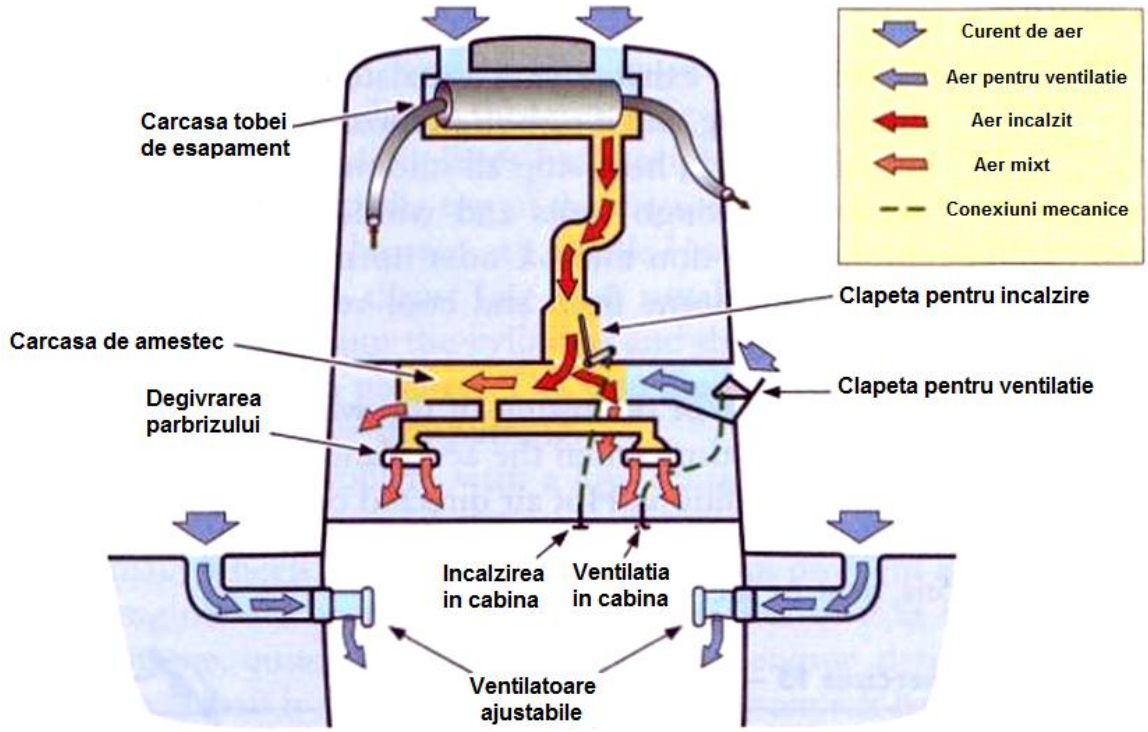


Fig 2.16. Ventilarea cabinei, incalzirea si degivrarea

O ventilatie buna este esentiala pentru a asigura aprovizionarea ocupantilor cu aer proaspat. Directionarea curentului de aer din cabina catre pasageri este utila pentru a preveni si combate raul (discomfortul) de miscare.

Incalzirea cabinei are ca scop asigurarea unui climat comfortabil in cabina. Majoritatea sistemelor de incalzire utilizeaza aer cald de la motor si sistemul de evacuare a gazelor arse si permite pilotului sa-l directioneze catre diverse zone din cabina. Controlul temperaturii poate fi obtinut prin amestecul aerului incalzit cu aer rece din sistemul de ventilatie. Incalzirea cabinei poate fi necesara cand se zboara la temperaturi mici sau la inaltimi mari – in conditiile in care temperatura aerului descreste cu 2°C la 1000ft in conditii de atmosfera standard.

2.2.5 Prezenta monoxidului de carbon

Exista un risc in folosirea sistemului de incalzire a cabinei care trebuie evitat. Orice scurgeri in zona sistemului de evacuare a gazelor arse sau a schimbatorului de caldura poate conduce la infiltrarea in cabina a monoxidului de carbon de la motor in amestec cu aerul cald. Monoxidul de carbon se produce in timpul combustiei si este un gaz incolor, inodor dar foarte nociv. Acesta disloca oxigenul din sange si poate cauza :

-dureri de cap
-dezorientare
-ameteli

-tulburarea vederii
-incetinirea ritmului respiratiei
-pierderea cunostintei si
-in cazuri extreme, moartea

Sesizarea mirosului altor gaze din sistemul de evacuare asociate cu monoxidul de carbon constituie un semnal de alarma si daca se suspecteaza prezenta acestuia in cabina se inchide sistemul de incalzire, se opreste fumatul si se deschid toate gurile de ventilatie. Daca exista masti de oxigen, atunci ele trebuie folosite.

2.3 Sistemul de ungere al motorului

2.3.1 Functionare si metode de ungere

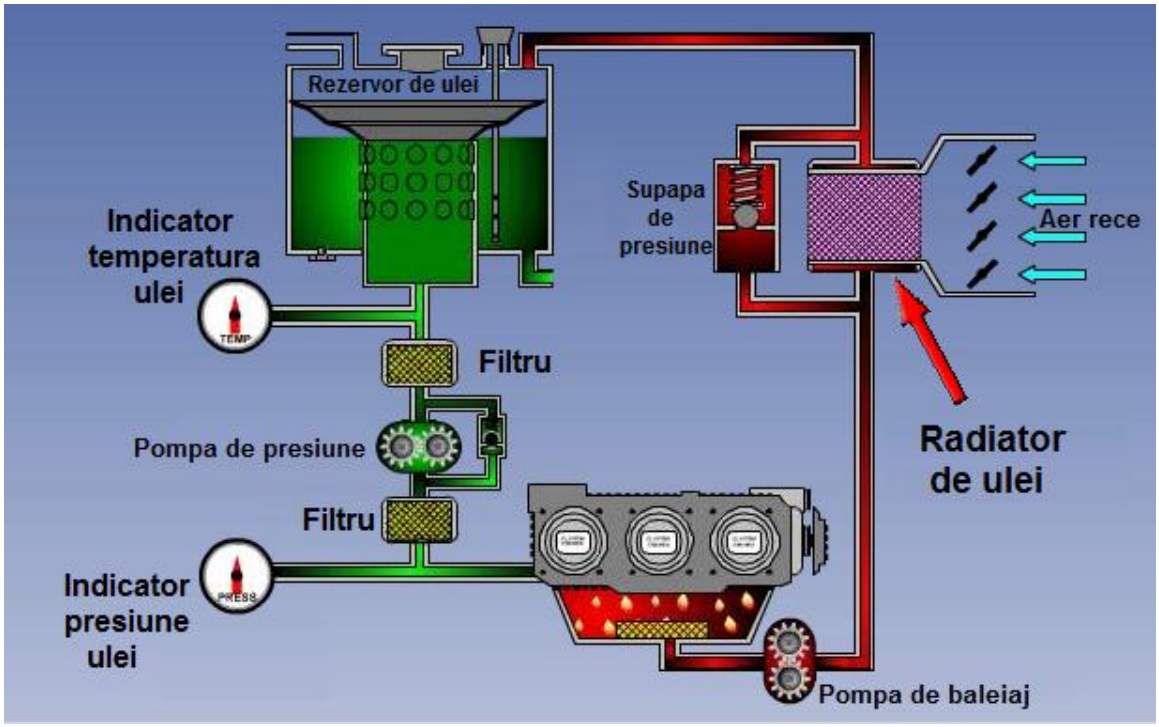


Fig 2.17. Sistem de ungere cu carter uscat

Rolul uleiului din motor

Daca o pelicula de ulei separa doua suprafete de metal va preveni frecarea acestora. Fara ulei ar exista forte mari de frictiune, cauzand dezvoltarea unor temperaturi foarte ridicate in metal, cu o deterioare a suprafetelor in contact si, probabil, deteriorari mecanice majore.

Este esential ca uleiul sa fie suficient si de tipul potrivit, reducand frictiunea intre suprafetele metalice in miscare din interiorul motorului.

Pelicula de ulei va permite celor doua suparfete de metal sa alunece una peste cealalta fara sa se atinga efectiv. Vor exista doar forte de frictiune scazute, si, prin urmare, sunt evitate temperaturile ridicate in metal. Frictiunea metalica este inlocuita de frictiunea interna a uleiului in procesul de ungere.

Un strat subtire de ulei va adera la suprafata de metal, si, deoarece suprafetele de metal se misca relativ una fata de cealalta, va exista o forfecare a straturilor de ulei intre cele doua suprafete (alunecarea unui strat peste celalalt). Caldura generata pe pelicula de ulei de aceasta alunecare este indepartata prin circulatia continua a uleiului – uleiul fierbinte este luat si racit intr-o componenta cunoscuta ca radiator de racire a uleiului, care este expus curentului de aer. Componentele motorului care sunt supuse unor mari eforturi, cum ar fi sarcinile la fiecare lagar la ambele capete ale bielei, indeosebi lagarele arborelui cotit, sunt absorbite printr-un strat de ulei si socul mecanic asupra lor este redus.

Pistoanele preiau multa caldura din camera de combustie si sunt racite de uleiul directionat asupra lor de dedesubt, din zona bielei. Ungerea si racirea lagarelor si a pistoanelor este esentiala si aceasta este principala functie a uleiului.

Uleiul care circula printr-un motor poate prelua depunerile si alte materiale straine, reducand astfel incarcatura abraziva de pe partile aflate in miscare ale motorului. Aceasta contaminare este retinuta de filtrul de ulei. Daca filtrul nu este curat (nu este schimbat la timp), se poate bloca, facind ca uleiul murdar sa treaca pe langa filtru si sa circule in interiorul sistemului de ungere al motorului. Uleiul murdar are caltitati mai slabe de racire si ungere si de aceea motorul va suferi – va exista o rata crescuta de uzura care va scurta viata motorului. Uleiul asigura de asemenea etansarea, ca de exemplu intre peretele cilindrului si piston pe masura ce se misca in sus si in jos. Aceasta impiedica gazele comprimate (amestec carburant) sa scape printre segmentii pistonului in carterul motorului.

2.3.2 Proprietatile uleiului

Uleiul trebuie sa fie suficient de vascos pe toata aria de temperaturi de operare a motorului – trebuie sa curga liber, dar sa nu fie prea subtire. Un ulei cu o mare vascozitate curge incet; uleiul cu vascozitate redusa curge mai usor. Temperaturile ridicate fac uleiul mai putin vascos si sa curga mai liber. Uleiul trebuie sa ramana suficient de vascos sub gama variata de temperaturi de operare si sa asigure presiunile pe lagarele aflate in motoarele de aviatie.

Temperaturile excesiv de ridicate afecteaza calitatile de ungere ale uleiului, slabindu-i eficienta, asa ca trebuie monitorizat indicatorul de temperatura a uleiului.

Posesorul sau utilizatorul avionului poate decide sa foloseasca ulei cu o vascozitate mai scazuta decat este normal pe vreme rece. In acelasi mod, un ulei de o vascozitate mai mare poate fi folosit daca avionul urmeaza sa fie operat intr-un climat cald. Nu trebuie amestecate tipurile de ulei.

Uleiul trebuie sa aiba un punct inalt de inflamabilitate si un punct inalt de aprindere pentru a se asigura ca nu se va evapora in exces sau ca va lua foc usor. Uleiul trebuie sa fie stabil chimic si sa nu isi schimbe starea sau caracteristicile.

2.3.3 Sisteme de ungere

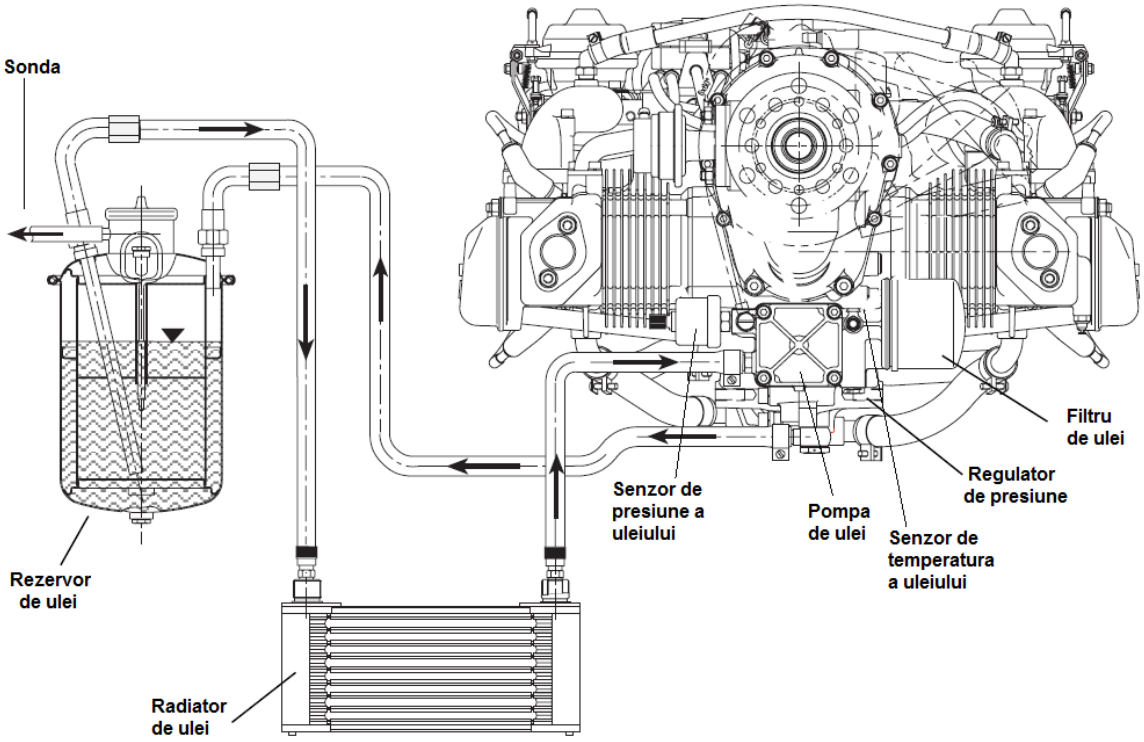


Fig 2.18. Sistemul de ungere la motorul Rotax 912

Dupa ce trece prin motor, uleiul se aduna in colector (baia de ulei), care este un rezervor atasat de partea joasa a carterului motorului.

Un motor cu colector umed (baie de ulei) are un vas in care uleiul este inmagazinat. Majoritatea motoarelor de pe avioanele usoare sunt motoare cu colector umed.

Un motor cu colector uscat are pompa de evacuare care preia uleiul din colectorul atasat la partea de jos a carterului motorului si il pompeaza inapoi in rezervorul de ulei, care este separat de motor. Este normal sa existe un sistem de ulei cu colector uscat la avioanele de acrobatie aeriana care se gasesc de obicei in atitudini neobisnuite. Avioanele Extra, Zlin, Tiger Moth si Chipmunk au sisteme de colectare uscate. Motoarele radiale precum cele de pe AN-2, IAK-52, Harvard, Dakota (DC – 3) si DHC Beaver au de asemenea sistemne de ulei cu colector uscat.

De obicei pompa de alimentare cu ulei actionata de motor este cea care aprovizioneaza motorul cu ulei de la colector sau rezervorul de ulei prin

conducte, canale si galerii catre partile aflate in miscare ale motorului. In interiorul pompei de ulei se afla o supapa de reducere a presiunii uleiului. Daca presiunea asupra supapei de reducere a presiunii este depasita, aceasta se va deschide permitand uleiului sa se intoarca in orificiul de intrare al pompei.

Un indicator de presiune a uleiului in cabina indica presiunea uleiului oferita de pompa de ulei, senzorul de presiune a uleiului este situat dupa pompa de ulei si inainte ca uleiul sa intre in circuitul din motor.

2.3.4 Filtrele de ulei

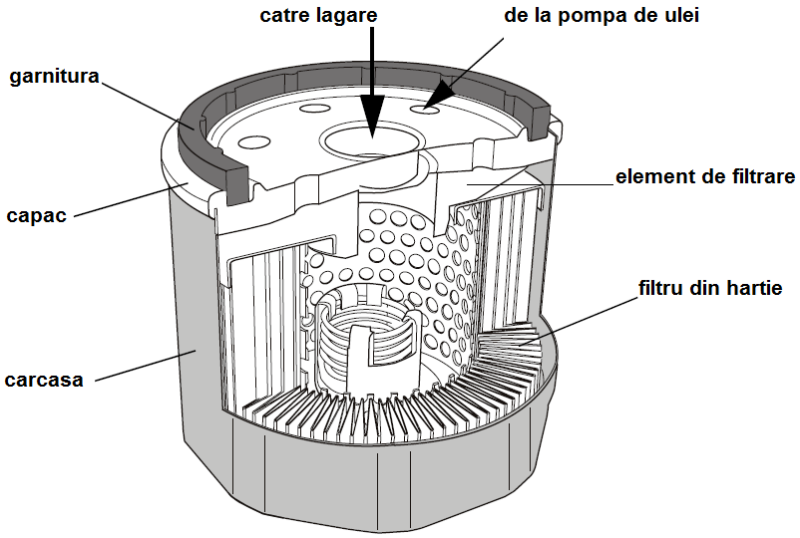


Fig 2.19. Structura unui filtru de ulei

Filtrele de ulei sunt integrate in sistem pentru a inlatura orice materie straina precum mizerie sau particule de carbon din uleiul care circula. Filtrele de ulei ar trebui inlocuite la intervale regulate, asa cum se specifica in “Programul de intretinere”, si inspectate, deoarece colectorul de ulei ar putea oferi indicii asupra conditiei motorului (particule mici de metal ar putea indica o deterioare mecanica iminenta). Unele motoare au prevazute in zona colectorului sesizoare de span (particule mici de metal) si un sistem de semnalizare in cabina echipajului.

In interiorul corpului filtrului de ulei se afla o supapa de ocolire (bypass) a filtrului de ulei. Aceasta supapa permite uleiului sa treaca pe langa filtru in cazul in care acesta este infundat. Uleiul murdar si impur este de preferat lipsei complete de ulei.

Uleiul circula in jurul partilor aflate in miscare si prin motor – ungand, curatand, si racind - si apoi se intoarce in colectorul umed prin gravitatie, sau intr-un rezervor separat de ulei prin pompele de evacuare (intr-un sistem cu colector uscat). Pompele de evacuare au un debit mai mare de pompare decat pompele de alimentare cu ulei pentru a asigura evacuarea uleiului din motor.

Uleiul din motor absoarbe o mare cantitate de caldura la trecerea sa prin motor, si racirea care are loc in colector este de obicei insuficienta, asa ca majoritatea motoarelor au un radiator de racire a uleiului care opereaza intr-un proces de schimb de caldura prin curentul de aer. Uleiul ajunge in radiatorul de racire a uleiului dupa ce a fost pompat din colector prin filtrul de ulei.

Fig 2.20. Filtre de ulei tip Rotax

Daca uleiul este rece, o supapa de scurtcircuitare dirijeaza uleiul ocolind radiatorul de racire, deoarece nu este nevoie de racire si pentru a evita spargerea acestuia datorita presiunii mari, mai ales iarna. Odata ce uleiul este cald (cand motoul s-a incalzit), este directionat prin radiatorul de racire al uleiului. Radiatorul de racire al uleiului este de obicei situat in sistemul de ulei astfel incat uleiul se raceste putin in colector, apoi trece prin radiator pentru a fi racit mai mult, inainte de a intra in partile principale ale motorului.

Ca parte a inspectiei zilnice de dinaintea zborului trebuie verificata starea radiatorului de racire a uleiului pentru:

a) starea de curatenie a partii frontale -lipsa de insecte, cuiburi de pasari sau alte impuritati (trebuie verificat daca exista o trecere libera a aerului prin fagurii radiatorului); si

b) orice scurgere de ulei sau fisuri.

Un indicator de temperatura a uleiului este amplasat in cabina. Acesta este conectat la o sonda de temperatura care monitorizeaza temperatura uleiului dupa ce a trecut prin radiatorul de racire al uleiului si inainte sa fie folosit in sectiunile fierbinti ale motorului.

Unele avioane au un indicator de masurare a temperaturii chiulaselor pentru a oferi un alt indiciu al temperaturii motorului, in zona care inconjoara chiulasa cilindrului.

2.3.5 Schimburile de ulei

Schimbarea uleiului este necesara periodic. Daca acelasi ulei este folosit incontinuu, dupa o perioada de timp va deveni foarte murdar deoarece filtrele nu il mai pot curata.

Schimbarile chimice vor aparea in ulei si sub forma de:

a) oxidarea cauzata de contaminarea de la unele din produsele colaterale ale combustiei in motor; si
b) absorbtia apei care se condenseaza in motor cand se raceste dupa oprire.

De aceea uleiul trebuie sa fie schimbat la intervale regulate, asa cum se cere in Programul de Intretinere. Este recomandat sa se foloseasca doar tipul si gradul indicat de ulei si nu trebuie sa se foloseasca amestecate uleiuri cu grade diferite.

Nota: Ghidul de operare al pilotului va arata de obicei gradul de ulei sub forna de evaluare SAE (Society of Automotive Engineers). Totusi, uleiul perntru aviatia comerciala are un numar CAN (commercial aviation number) care este dublul fata de evaluarea SAE: 80 grade ulei = SAE 40; 100 grade ulei = SAE 50.

Rodajul motoarelor noi sau reparate capital

Daca motorul este nou sau reparat capital, procedeele de rodare trebuie urmate cu strictete. Este o practica normala ca la operarea motorului pentru primele 25 pana la 50 ore sa fie folosit ulei de rodaj (ulei care nu contine aditivi cu proprietati de curatire). Daca exista dubiu, trebuie consultat un inginer, deoarece procedeele gresite de rodare sau folosirea unui ulei gresit pot cauza daune semnificative.

2.3.6 Functionarea anormala a sistemului de ungere

Tipul uleiului

Tipul incorect de ulei va cauza o ungere scazuta, o racire insuficienta si daune ale motorului. Temperatura uleiului si indicatiile de presiune pot fi anormale.

Cantitatea de ulei

Nivelul uleiului trebuie verificat inaintea zborului, deoarece treptat scade din cauza:

a) arderii peliculei de ulei odata cu amestecul carburant in cilindri;
b) pierderii sub forma de ceata sau stropi prin evaporarea uleiului; si
c) scurgeri

Exista o rigla de masurare a uleiului in rezervor. Aceasta arata cantitatile de ulei maxime si minime. In cazul in care cantitatea de ulei este sub minim, veti

descoperi ca uleiul se supraincalzeste si/sau presiunea uleiului este prea scazuta sau este fluctuanta. In cazul in care cantitatea de ulei este prea mare, atunci uleiul in exces poate fi fortat sa iasa prin diferite parti ale motorului, cum ar fi pe la simeringul de etansare al axului frontal al motorului sau prin sistemul de aerisire al instalatiei de ulei.

Presiunea scazuta a uleiului

La un regim de putere normala, o presiune scazuta a uleiului poate indica o lipsa de ulei si o defectare iminenta a motorului.

Presiunea scazuta a uleiului ar putea insemna:

a) lipsa de ulei datorata unei defectiuni din sistemul de ungere;
b) ulei insuficient;
c) pierderi de la rezervorul de ulei sau de la conductele de ulei;
d) defectarea pompei de ulei;
e) uzura motorului, precum jocuri mari la lagarele arborelui cotit;
f) supapa de reducere a presiunii este deschisa (intepenita).

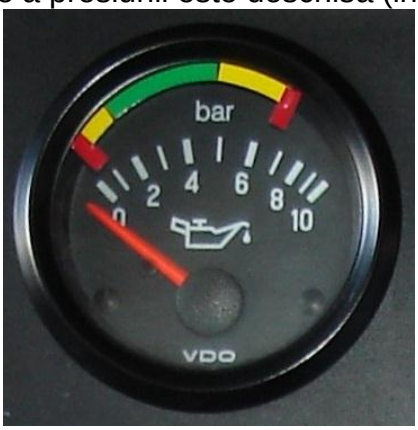


Fig. 2.21. Indicator presiune ulei Rotax 912

La pornire, indicatorul de presiune al uleiului ar trebui sa indice o crestere a presiunii uleiului in max.30 secunde.

Temperatura ridicata a uleiului

Daca o cantitate mica de ulei circula prin motor acest lucru va fi indicat de o temperatura ridicata a uleiului, adica cresterea temperaturii uleiului poate indica o descrestere a cantitatii uleiului. Operarea prelungita cu temperaturi excesive a chiulaselor cilindrilor va genera de asemenea un indiciu de temperatura crescuta a uleiului. Aceasta este cel mai probabil sa se intample in situatii de folosire a unor regimuri de putere ridicata si viteza scazuta aerului, indeosebi la temepraturi ridicate ale aerului inconjurator.

Aparatul indicator al presiunii uleiului – defect

Cateodata indicatorul de presiune al uleiului sau senzorii se defecteaza si ofera indicatii gresite. O indicare de presiune scazuta a uleiului poate fi

interpretata gresit, atunci cand se observa ca temperatura uleiului ramane normala pe o perioada de timp. Fiti atenti la ambele indicatoare (presiune/temperatura), aterizati cat mai curand posibil si cercetati defectul.

Presiune ridicata a uleiului

O supapa de reducere a presiunii in sistemul de ungere ar trebui sa ne asigure ca presiunea uleiului nu ajunge la un nivel inacceptabil de ridicat. O presiune ridicata a uleiului poate face ca o parte a sistemului sa cedeze, facand ca intregul sistem sa fie inoperabil, prin spargerea radiatorului de ulei sau a unei conducte.

Presiune scazuta sau fluctuanta a uleiului

Acolo unde apare un indiciu de scadere a presiunii uleiului sau aceasta devine fluctuanta si daca este asociata cu o crestere a temperaturii uleiului in timpul zborului – zburati in siguranta si aterizati cat mai repede posibil, deoarece poate indica o problema serioasa in sistemul de ungere. Fara ulei, motorul cedeaza, rezultand o pierdere imediata de putere.

Pierderea treptata a uleiului

Daca un motor pierde ulei treptat, atunci temperatura uleiului va creste treptat deoarece o cantitate mai mica de ulei trebuie sa asigure racirea si ungerea motorului. In aceasta situatie presiunea, intr-o faza incipienta, va ramane aceeasi; temperatura uleiului va creste, pana cand cantitatea de ulei atinge un nivel scazut critic, iar atunci presiunea va scadea brusc, cauzand probleme grave motorului.

2.4 Sistemul de aprindere al motorului

2.4.1 Starterul (demarorul)

Majoritatea avioanelor moderne de antrenament au un starter electric alimentat de baterie si activat prin rasucirea cheii de aprindere (pornire) din cabina in pozitia START.

Pornirea (antrenarea) motorului cauzeaza un consum foarte mare de curent de catre starter si acest fapt impune folosirea unui cablaj de putere (heavy duty). Daca comutatorul (cheia) de pornire din cabina ar fi conectata direct in circuitul starterului, s-ar fi impus folosirea aceluiasi tip de cablaj in cabina pentru alimentarea cheii in pozitia START. Aceasta solutie presupune mai multe dezavantaje inclusiv acelea privind greutatea suplimentara al acestui tip de cablaj, o pierdere semnificativa de energie electrica pe lungimea aditionala si curenti mari electrici in vecinatatea cabinei (ceea ce ar introduce un risc

suplimentar de incendiu). Pentru a evita aceste dezavantaje, circuitul starterului este comandat din cabina folosind un comutator activat de un solenoid (bobina).

Prin punerea cheii de pornire pe pozitia START se produce un curent de intensitate scazuta care excita bobina (un electromagnet cu miez mobil). Aceasta actioneaza un comutator de putere care inchide circuitul de putere dintre baterie si starter, astfel curentul de valoare mare din circuit actioneaza starterul care invarte motorul.

In general starterul are o lampa (bec) de semnalizare in cabina care semnalizeaza cand acesta este excitat (in sarcina). La o functionare normala, becul se stinge imediat ce cheia revine din pozitia START. Daca releul starterului se blocheaza astfel incat starterul e alimentat si dupa revenirea cheii din pozitia START, becul ramane aprins. In acest caz, motorul trebuie oprit imediat pentru a evita avariile ce pot sa apara in sistem.

Atentionare:

La pornirea motorului rece, presiunea la ulei trebuie sa creasca la valoarea normala in exploatare in max. 30 sec. pentru a asigura ungerea motorului (mai repede daca motorul e cald). In caz contrar, opriti motorul imediat pentru a evita avarierea motorului.

Pentru pornire e necesara doar o bujie pe fiecare cilindru astfel incat magnetoul stang este prevazut cu un dispozitiv numit cuplaj de impuls. Cand cheia de pornire este pe pozitia START, magnetoul drept este nealimentat si doar magnetoul stang produce o inalta tensiune care alimenteaza bujiile din circuitul sau. Dupa pornire, cheia revenind pe pozitia 1+2, se activeaza si sistemul magnetoului drept.

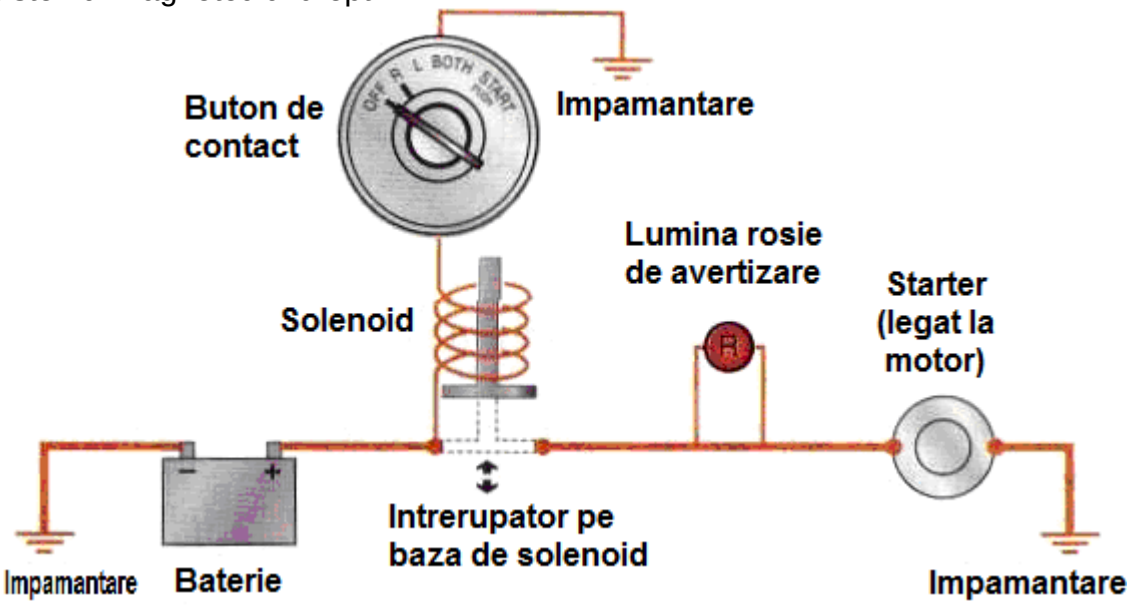


Fig 2.22. Sistem de pornire

La avioanele mai vechi, care au comutatorul starterului separat de cheia magnetourilor, se cupleaza doar magnetoul stang pentru pornire. Dupa pornire se comuta cheia magnetourilor pe pozitia 1+2.

Exista doua limitari de proiectare a magnetourilor care limiteaza semnificativ pornirea motorului:

a) cand se antreneaza motorul pentru pornire (fie cu mana fie cu starterul alimentat de baterie), acesta se roteste incet – aprox 120 rot/min comparativ cu turatia de relanti de 800 rot/min. Deoarece magnetourile se rotesc la jumatate din viteza arborelui cotit (pentru a produce o scanteie la fiecare doua rotatii ale arborelui), rotatia magnetourilor este de cca 60 rot/min sau chiar mai putin. Pentru a genera un curent suficient de puternic care sa produca scanteia ce aprinde amestecul este necesara o turatie a magnetourilor de aprox. 100-120 rot/min, deci este necesara introducerea unui dispozitiv suplimentar care sa rezolve aceasta problema.

b) cand motorul functioneaza (800-2400 rot/min este plaja uzuala de valori in operare), scanteia apare la un unghi precis inainte ca pistonul sa ajunga in PMS (si inceperea timpului de ardere). Acest reglaj este cunoscut ca fiind avansul bujiei. La pornire, turatia fiind foarte mica, e necesara o intarziere a producerii scanteii pana cand pistonul ajunge sau chiar depaseste PMS, in caz contrar aprinderea amestecului poate impinge pistonul prematur producand rotirea arborelui in sens contrar.

Pentru a depasi aceste doua limitari au fost dezvoltate dispozitive care sa fie incorporate in ansamblul magnetoului, cel mai des folosit in cazul motoarelor de aviatie mici fiind cuplajul de impuls. La alte motoare se foloseste un alt dispozitiv numit vibrator inductiv sau buzzer.

2.4.2 Cuplajul de impuls

Cuplajul de impuls are doua functiuni:

a) sa accelereze miscarea de rotatie a magnetului pentru a ridica parametrii curentului care genereaza scanteia la bujii;

b) sa intarzie efectiv momentul aprinderii la turatii mici ale arborelui pana imediat dupa ce pistonul depaseste PMS, iar dupa pornire, sa permita revenirea la reglajul initial al aprinderii (putin inainte de PMS).

Pentru a putea accelera rotatia magnetului, cuplajul de impuls opreste initial magnetul, desi motorul se roteste, astfel incat energia obtinuta din rotatia initiala este stocata prin tensionarea unui arc. Cand se atinge un nivel prestabilit de energie inmagazinata, cuplajul elibereaza magnetul care este accelerat de arc. Astfel se genereaza un curent suficient pentru a produce scanteia care sustine initial aprinderea. In acelasi mod se intarzie suficient momentul de

aprindere pentru ca arderea amestecului sa actioneze asupra arborelui in sensul corect.

Odata ce motorul este pornit si functioneaza la turatia de lucru, magnetul se decupleaza de arc, care devine inutil. Scanteia se produce normal – prin antrenarea directa a magnetului de catre motor, iar temporizarea aprinderii revine la valoarea prestabilita de lucru (scanteia se produce putin inainte de PMS).

De notat ca, intrucat cuplajul de impuls nu depinde de nici o sursa de putere electrica, motorul poate fi pornit manual (prin antrenarea elicei cu mana).

Utilizarea comutatorului aprinderii (cheia magnetourilor)

Exista doua sisteme separate de aprindere din motive de securitate (in eventualitatea cedarii unui sistem), cat si pentru a mari eficienta arderii (o ardere cat mai completa a amestecului prin folosirea simultana a doua bujii ca surse de initiere a arderii). Modelele mai vechi de avioane aveau comutator separat pentru fiecare magnetou, in timp ce modelele mai noi au un comutator rotativ actionat de cheia de aprindere. Cu acesta se poate selecta magnetoul stang – L(left), drept – R(right) sau ambele - BOTH. Pentru functionarea normala a motorului se selecteaza BOTH.

Motorul functioneaza si pe un singur magnetou dar nu la fel de rotund si cu usoara scadere a turatiei. Cu o singura bujie in functiune, in loc de doua, va fi generat un singur front de flacara (linie de ardere), in loc de doua, care se va deplasa prin amestec. Acest fapt va mari timpul de ardere completa a amestecului si deci va micsora eficienta arderii.

Fig 2.23. Cheie de contact

Daca se selecteaza magnetoul 1(L), doar sistemul de aprindere stang va genera scanteie. Magnetoul 2(R) va fi pus la masa astfel ca, curentul se va duce la pamant in loc sa produca scanteie. Asadar, trecerea cheii de pe BOTH pe L va conduce la o scadere a turatiei iar readucerea cheii in pozitia initiala va readuce turatia la valoarea normala. Daca nu se sesizeaza scaderea turatiei la comutarea cheii, atunci fie celalalt magnetou (R) nu se pune la masa (furnizeaza in continuare curent la bujii si deci scanteie), fie nu functioneaza nici in pozitia BOTH.

Inainte de decolare in mod normal se verifica functionarea ambelor magnetouri ca parte a functionarii motorului, dupa cum urmeaza:

a) se trece cheia de pe BOTH pe L si se observa si retine valoarea cu care scade turatia motorului, dupa care se revine pe BOTH. Turatia trebuie sa

revina la valoarea initiala. In acelasi mod se procedeaza cu magnetoul drept (R).

b) se compara cele doua valori observate ale scaderii turatiei pe fiecare din cele doua sisteme (magnetouri). Aceste valori trebuie sa se incadreze in anumite limite prestabilite (conf. manualului de zbor al avionului). De exemplu: se fixeaza turatia la 1600 rot/min, scaderea maxima de turatie 125 rot/min pe fiecare din cele doua magnetouri cu o diferenta intre cele doua valori de scadere a turatiei de max. 50 rot/min.

Atentionare:

Fixarea cheii magnetourilor pe OFF pune la masa infasurarile primare ale ambelor magnetouri, astfel nici unul din sisteme nu mai furnizeaza energie electrica. Totusi, in cazul unor defectiuni (ex. cablu rupt sau exfoliat), pozitia OFF poate sa nu puna la masa ambele magnetouri astfel incat, in cazul in care cineva invarte elicea, poate produce neintentionat pornirea motorului - cu consecinte nefericite sau chiar fatale pentru persoana respectiva. Daca se doreste schimbarea pozitiei elicei, aceasta trebuie invartita in sens invers functionarii, astfel evitandu-se pornirea accidentala a motorului.

In cazul unor tipuri de avioane, oprirea motorului nu se face prin punerea cheii magnetourilor pe OFF, ci cu maneta amestecului sau cu etuforul prin oprirea alimentarii cu benzina.

2.5 Carburatorul motorului

Pentru a se realiza o ardere corecta, este necesar ca benzina sa fie amestecata cu oxigenul intr-o proportie precisa. Practic, combustibilul se amesteca cu aer, iar rata optima de amestec este de 12 parti de aer pentru o parte de benzina (in greutate). Dispozitivul care realizeaza acest amestec se numeste carburator.

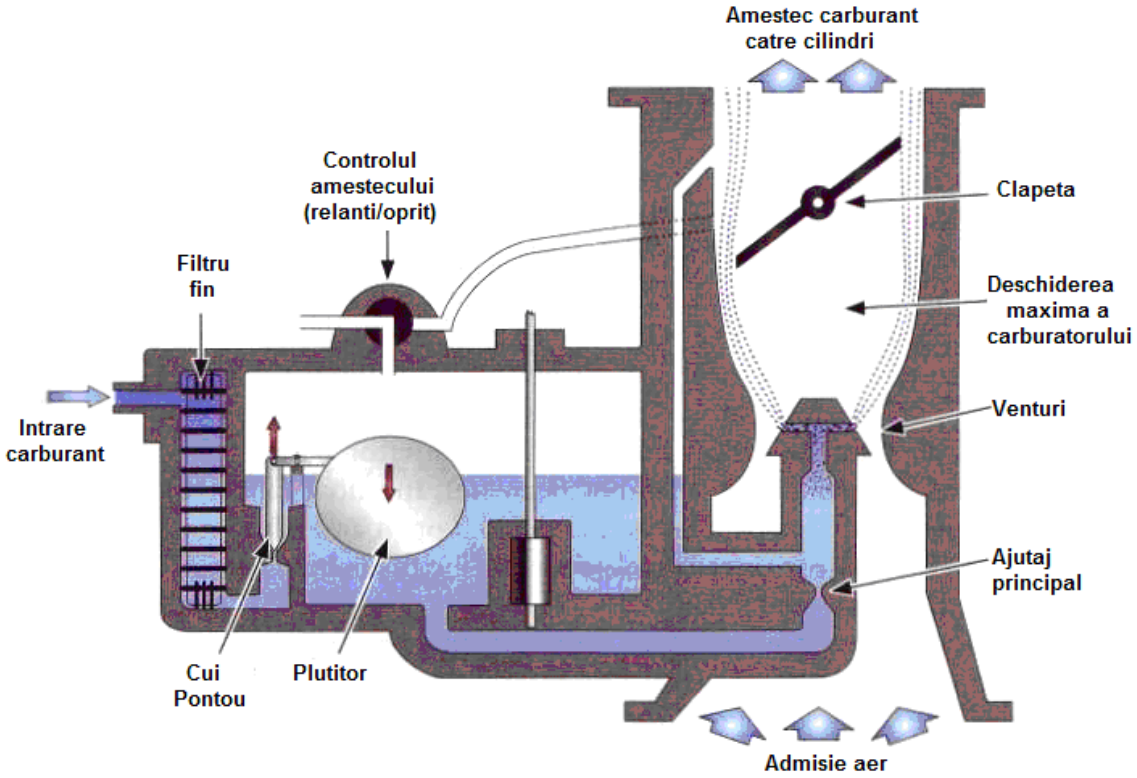


Fig 2.24. Sectiune printr-un carburator tipic

Combustia in cilindru se poate realiza cand raportul de amestec combustibil/aer este intre 1:8 (amestec bogat) si 1:20 (amestec sarac).

Amestecul corect chimic sau ideal se obtine atunci cand, in urma arderii, toata cantitatea de oxigen si combustibil a fost folosita (consumata) in timpul arderii. Amestecul corect chimic (acm) se mai numeste amestecul stoichiometric. Daca amestecul e bogat, combustibilul este in exces. Dupa ardere va ramane combustibil nears. Daca amestecul e sarac, va ramane oxigen nefolosit (in exces).

Un carburator simplu are un tub Venturi care controleza cantitatea de aer admisa printr-o valva numita clapeta de admisie a carburatorului. Tubul venturi are prevazute niste orificii calibrate prin care se pulverizeaza combustibilul (dozat corespunzator) in curentul de aer pentru realizarea cat mai buna a amestecului dintre cele doua componente (mai exact, combustibilul este tras de depresiunea

din tub). Clapeta de admisie este controlata prin miscarea manetei de gaze din cabina.

Este important ca maneta de gaze sa fie actionata lin (fara miscari bruste) pentru a se evita solicitarea fara sens a diferitelor piese in miscare din motor. Viteza de deplasare a manetei de la prag pana in fata complet sau invers trebuie sa dureze aproximativ 5 secunde (depinde de fiecare model in parte).

2.5.1 Carburatorul cu plutitor

Acest tip de carburator are o camera mica ce necesita un nivel constant de combustibil. Daca nivelul este prea jos, cuiul poantou actionat de plutitor se deschide si permite intrarea benzinei in camera de nivel constant. Acest lucru se intampla continuu pe masura ce benzina este trasa din camera plutitorului in tubul venturi.

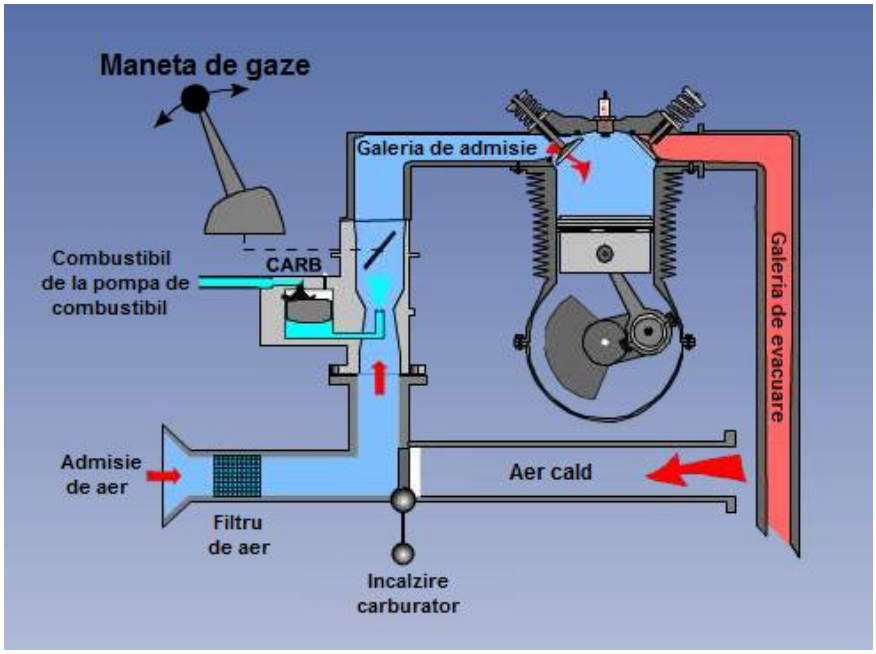


Fig 2.25. Sistem de carburatie

Presiunea aerului din camera de nivel constant este cea atmosferica. Accelerarea aerului in tubul venturi cauzeaza scaderea presiunii statice (principiul Bernoulli: cresterea vitezei presupune scaderea presiunii statice). Presiunea mai ridicata (atmosferica) din camera de nivel constant injecteaza combustibilul prin duzele tubului in curentul de aer. Cu cat viteza aerului e mai mare, cu atat diferenta de presiune creste si implicit cantitatea de combustibil evacuata in tub.

Pe masura ce nivelul benzinei din camera scade, plutitorul coboara si actioneaza asupra cuiului poantou care deschide admisia benzinei in carburator astfel mentinindu-se constant nivelul in camera.

Multe carburatoare au prevazut un difuzor in care se pre-amesteca aerul si benzina si care are rolul de a evita un consum in exces de benzina pe masura ce turatia motorului creste. Difuzorul ajuta deasemenea ca benzina sa se evapore la turatii mici ale motorului.

2.5.2 Pompa de repriza

Cand se duce maneta de gaze complet in fata (putere max), clapeta de aer se deschide la maximum si permite admisia libera a aerului in tubul venturi. Asadar, in acest caz cantitatea de aer admisa creste semnificativ si atinge valoarea maxima.

Daca maneta de gaze este deschisa rapid, cantitatea de aer creste initial cu o rata mai mare decat cea a benzinei, fapt ce are ca efect un amestec insuficient de bogat. Acest fapt cauzeaza o diminuare de putere a motorului. Pentru a inlatura acest fenomen, carburatorul este echipat cu pompa de repriza. Cu alte cuvinte, pompa de repriza previne scaderea ratei de crestere a puterii la actionarea rapida a manetei de gaze.

Pompa de repriza consta intr-un mic pistonas dupa camera de nivel constant, care, conectat la maneta de gaze, in cazul actionarii rapide a acesteia, injecteaza suplimentar combustibil in difuzor (tub venturi).

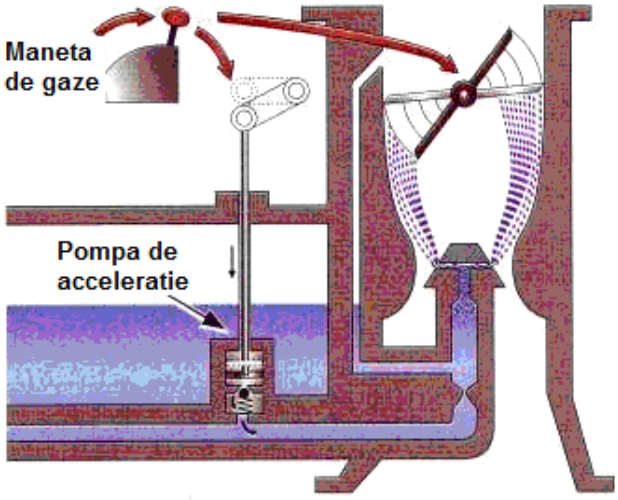


Fig 2.26. Pompa de repriza

2.5.3 Sistemul de ralanti

Cand motorul este la ralanti, cu clapeta aproape inchisa, diferenta de presiune dintre tubul venturi si camera de nivel constant nu este suficient de mare pentru a obtine suctiunea combustibilului in cantitate suficienta.

Pentru a rezolva aceasta problema, exista o canalizatie mica de ralanti, care are orificiul de intrare langa clapeta de admisie, unde se produce un mic efect venturi cand clapeta de admisie este aproape inchisa. Prin aceasta

canalizatie se furnizeaza suficient combustibil care, in amestec cu aerul, permite functionarea motorului la ralanti (la turatii mici).

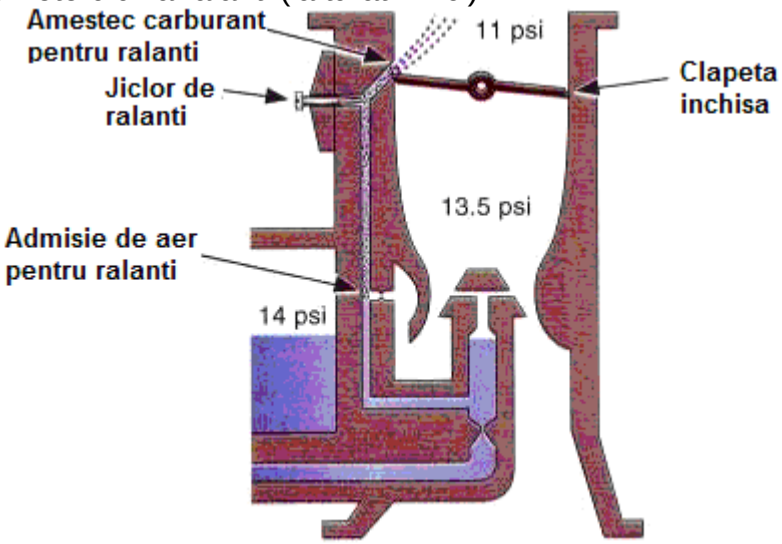


Fig 2.27. Sistem de ralanti

2.5.4 Controlul amestecului

Carburatorul este proiectat sa functioneze in conditiile atmosferei standard la nivelul mediu al marii (ISA MSL = QNH 1013 mb, +15°C).

Marimea jicloarelor care determina cantitatea de combustibil in amestec este proiectata pentru aceste conditii ISA MSL. Avionul, in mod real, opereaza in majoritatea timpului in conditii care difera substantial de cele standard, diferente care impun modificarea debitului de combustibil pentru mentinerea amestecului in limitele prescrise.

La o anume pozitie a manetei de gaze (si deci a turatiei), carburatorul va procesa acelasi volum de aer in unitatea de timp, indiferent de densitatea aerului.

La altitudini si/sau temperaturi mai mari, densitatea aerului scade, adica sunt mai putine molecule de aer pe unitatea de volum. Asadar, volumul de aer care trece prin carburator va contine mai putine molecule si va cantari mai putin. In aceleasi conditii, densitatea combustibilului nu se modifica, adica, acelasi volum si greutate de benzina vor fi pulverizate in venturi.

Acelasi numar de molecule de benzina la un numar diminuat de molecule de aer inseamna ca amestecul devine prea bogat, avand ca efect functionarea neregulata a motorului si un consum crescut de benzina.

Pentru a mentine amestecul corect (adica proportia corecta intre aer si benzina), pilotul trebuie sa micsoreze cantitatea de benzina care intra in venturi si se amesteca cu aerul, a carui densitate a scazut cu cresterea altitudinii. Acest procedeu se numeste saracirea amestecului si se realizeaza prin comanda corectorului altimetric – o maneta rosie de obicei pozitionata langa maneta de gaze. Comanda corectorului actioneaza un mic opritor care restrictioneaza

curgerea benzinei (diminueaza debitul), astfel refacandu-se proportia amestecului.

In conditii normale, pe majoritatea aeroporturilor din Romania se decoleaza cu comanda amestecului pe bogat (acestea fiind sub 800m).

Folosirea controlului amestecului in urcare

Uzual, comanda amestecului este pastrata in timpul urcarii pe bogat daca nu se depaseste altitudinea de 5000ft, unde puterea in regim de croaziera va fi sub 75% din puterea maxima la regim continuu in conditii standard. Excesul de benzina din amestec este folosit ca agent de racire pentru peretii cilindrilor si capetele pistoanelor si contribuie la evitarea detonatiilor. Unele motoare mai sofisticate necesita saracirea amestecului pe toata perioada urcarii.

Pe masura ce avionul urca, amestecul devine din ce in ce mai bogat cauzand o scadere a puterii, care se manifesta printr-o functionare neregulata insotita de scaderea usoara a turatiei la elicile cu pas fix si scaderea presiunii la admisie (boost-ului) la cele cu pas comandat.

Folosirea controlului amestecului la altitudinea de croaziera

La altitudinea de croaziera si cu regimul de croaziera trebuie avut in vedere saracirea amestecului pentru a corecta raportul aer/combustibil, care va conduce la o ardere in cilindri mai efecienta, functionarea mai buna a motorului (mers regulat, parametri crescuti) si o scadere a consumului. La unele motoare, corectarea amestecului cu altitudinea poate conduce la o scadere a consumului cu peste 25% comparativ cu folosirea manetei de amestec pe bogat, ceea ce inseamna cresterea razei de actiune si a andurantei.

Maneta de amestec trebuie sa fie usor catre bogat in zona amestecului chimic corect, unde puterea de croaziera dezvoltata este sub 75% - croaziera normala pentru majoritatea avioanelor este de cca. 55-65% cand se recomanda saracirea amestecului.

Nota: Peste 5000ft altitudine, un motor nesupraalimentat nu poate dezvolta mai mult de 75% din puterea pe care o are la regimul maxim continuu, chiar daca are maneta de gaze in plin.

La regimuri de putere mare (peste 75%), imbogatirea amestecului este necesara pentru a folosi excesul de combustibil ca agent de racire. Manualul de zbor al avionului contine informatii despre cum se regleaza amestecul pentru a se obtine cea mai buna putere, precum si cea mai buna economie de combustibil.

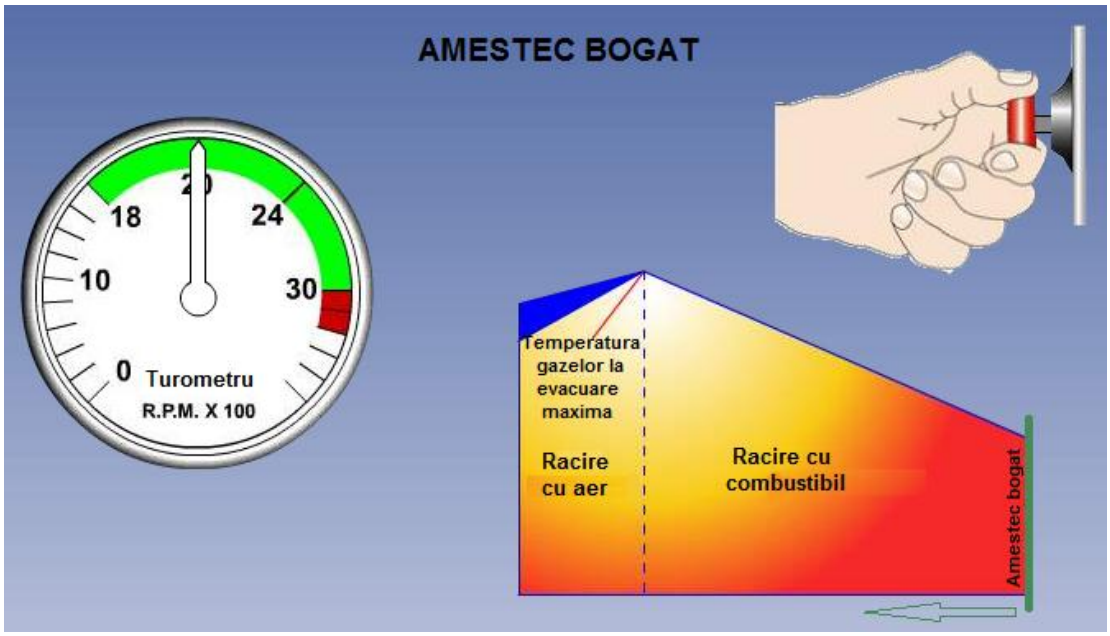


Fig. 2.28. Amestec bogat

Pentru saracirea amestecului, actionati incet comanda amestecului catre sarac. La restabilirea raportului chimic corect de amestec turatia (presiunea la admisie) va creste.

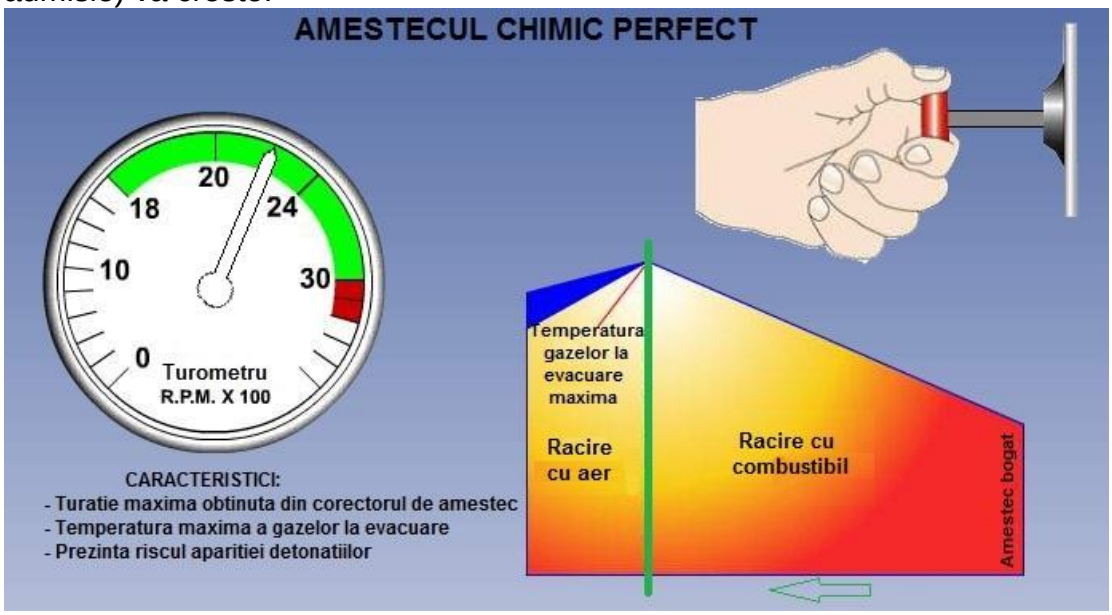


Fig. 2.29. Amestecul chimic perfect

Eventual, daca se va saraci in continuare, turatia va scadea iar motorul va incepe sa functioneze usor neregulat.

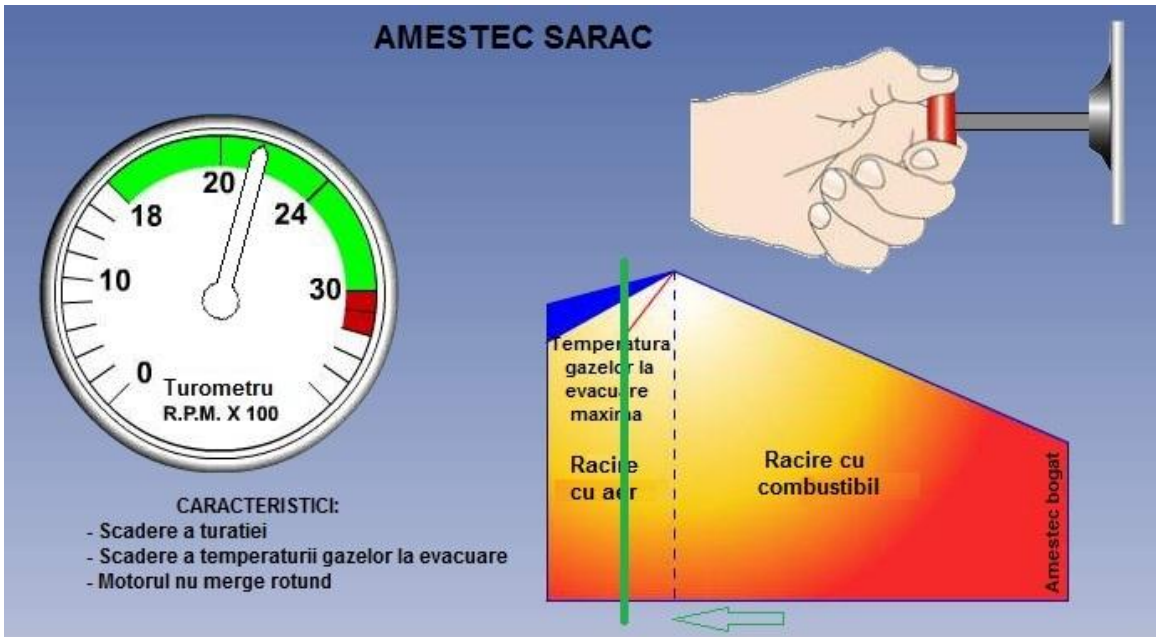


Fig. 2.30. Amestec sarac

Maneta de amestec se impinge usor inainte pentru restabilirea celei mai bune turatii, catre pozitia bogat pentru a ne asigura ca motorul functioneaza in zona imbogatita a amestecului chimic corect.

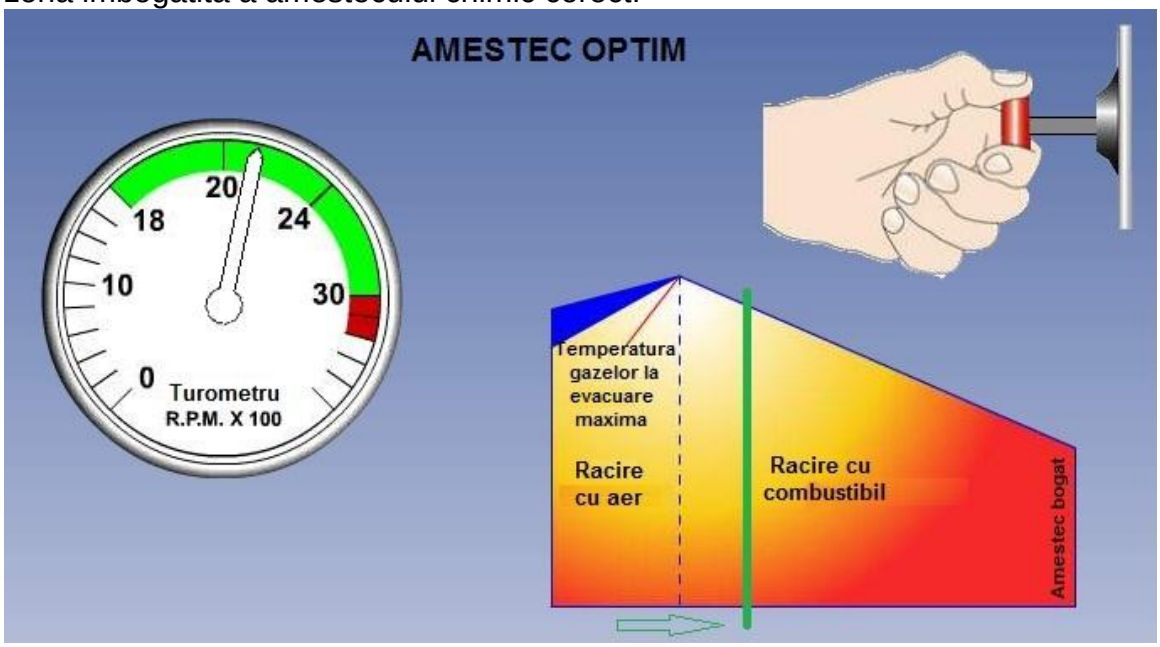


Fig. 2.31. Amestecul optim

Procedura trebuie repetata daca altitudinea sau regimul motorului se modifica semnificativ.

Folosirea controlului amestecului in urcare si decolare

La decolare (si aterizare cand folosirea regimului de putere maxima este anticipata in eventualitatea unei ratari), maneta de amestec trebuie sa fie pe bogat. In aceasta pozitie se previn detonatiile, autoaprinderea si supraincalzirea cilindrilor. Aceste fenomene sunt mai probabile in cazul regimurilor de puteri mari decat la croaziera (55-65% din max.) cand se recomanda saracirea amestecului.

2.5.5 Amestecuri bogate si sarace

Un amestec supraimbogatit va cauza o pierdere de putere, consum marit de combustibil, ancrasarea bujiilor si formarea de calamina pe capetele pistoanelor si supape. Cantitatea suplimentara de combustibil din amestecul bogat va cauza racirea cilindrilor prin evaporarea sa – aceasta va absorbi o parte din caldura produsa in camera de ardere. Amestecul sarac va contribui asadar la cresterea temperaturii cilindrilor.

Un amestec excesiv de sarac va cauza cresterea excesiva a temperaturii cilindrilor si aparitia detonatiilor. Detonatiile severe pot avaria foarte rapid motorul. Pilotul se confrunta in acest caz cu scaderea puterii si foarte probabil curand cu pierderea motorului. Dupa corectarea amestecului asigurati-va ca temperaturile uleiului si la chiulasa sunt in limite normale. E posibil ca stabilizarea acestor temperaturi sa dureze cateva minute.

Zborul la altitudini mari

Zborul la altitudini mari unde densitatea aerului este mica poate impune saracirea amestecului inainte de decolare. Aerodromurile cu elevatie mare sau cele situate la nivelul marii dar cu temperaturi apropiate de 40°C necesita atentie la selectarea amestecului inainte de decolare.

Exemplu:

Un aerodrom are cota de 3000 ft, QNH 1013mb si temperatura aerului este 34°C. In acest caz altitudinea densimetrica la decolare/aterizare este de 5807 ft, motorul , elicea si avionul in general (portanta generata) se va comporta similar ca atunci cind zborul este efectuat la o altitudine de 5807ft in ISA.

2.5.6 Combustia anormala

Detonatia

Arderea corect-progresiva a amestecului se produce pe masura ce frontul de flacara avanseaza (se deplaseaza) in camera de combustie. Acest fapt produce o crestere a presiunii care deplaseaza lin pistonul spre PMI in timpul de ardere.

Cand gazul este comprimat, se produce o crestere a temperaturii acestuia (se poate simti acest fenomen cand se umfla o roata de bicicleta cu pompa de mana). Daca cresterea presiunii si a temperaturii este prea mare pentru

amestecul din cilindru, atunci arderea nu va fi progresiva ci exploziva – combustie spontana.

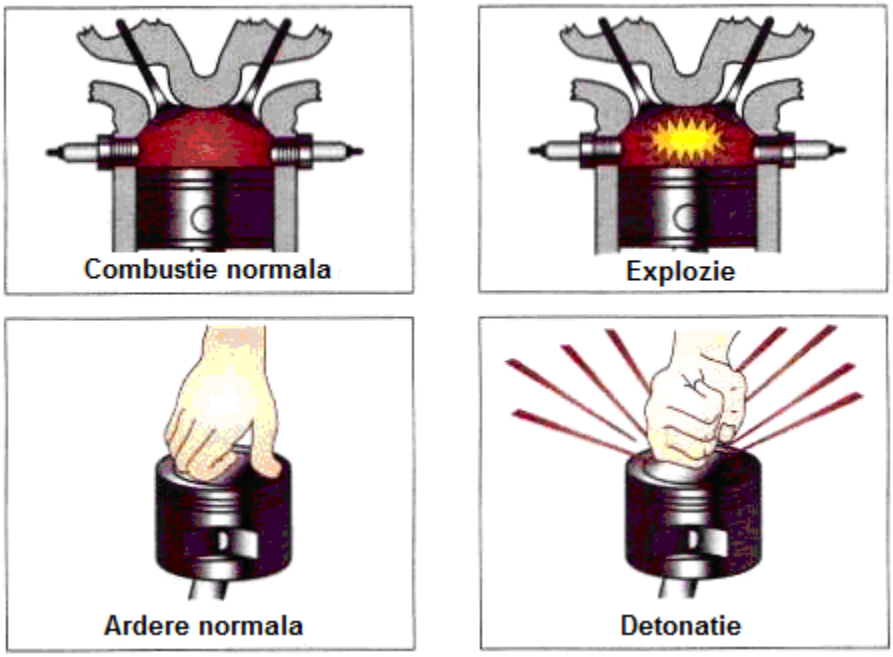


Fig 2.32. Comparatie intre combustia normala si detonatie

Aceasta crestere exploziva de presiune se numeste detonatie si poate cauza avarii majore pistonului, supapelor si bujiilor, o scadere a puterii si foarte probabil oprirea completa a motorului.

Folosirea unui combustibil cu cifra octanica sub cea recomandata, a unui combustibil expirat in timp, a unei presiuni la admisie prea mari sau a incalzirii exagerate a motorului poate produce detonatii.

Motoarele de aviatie sunt proiectate sa functioneze cu reglajul amestecului usor in zona de bogat (putin imbogatit), surplusul de benzina functionand ca agent de raciere pentru a preveni supraincalzirea amestecului si pentru a raci peretii cilindrului prin evaporare.

Daca se suspecteaza detonatii (prin mers neregulat si temperaturi mari ale cilindrilor), atunci:

a) imbogatiti amestecul
b) reduceti presiunea in cilindri (maneta de gaze redusa usor)
c) cresteti viteza pentru a ajuta la reducerea temperaturii chiulasei

Autoaprinderea

Autoaprinderea este o ardere progresiva a amestecului dar momentul inceperii sale este inainte de aparitia scanteii. Aceasta pre-aprindere poate fi cauzata de un punct (o zona) supraincalzit in cilindru (ex. depunere de calamina) care, datorita temperaturii sale, initiaza arderea. Rezultatul este functionarea neregulata a motorului si o crestere brusca a temperaturii chiulasei.

Autoaprinderea poate sa apara datorita prezentei calaminei in motor sau folosirea regimurilor mari de motor, in conditiile unui amestec sarac (fara benzina in exces pentru racire). Poate sa apara doar intr-un cilindru care are un “punct fierbinte’’ (calamina), in timp ce detonatia apare in mod normal in toti cilindrii.

Autoaprinderea este un fenomen care apare in functionarea in conditii particulare in cazul unui cilindru – detonatia este data de starea amestecului care este furnizat tuturor cilindrilor. Ambele fenomene pot fi evitate prin folosirea unui combustibil corect si observarea limitarilor operationale ale motorului. Aceste informatii sunt furnizate de manualul de zbor al avionului.

2.5.7 Givrarea carburatorului

Deranjament functional, aparut pe fond meteorologic nefavorabil, avand ca efect generarea unui strat de gheata in interiorul carburatorului, strat care impiedica alimentarea cu carburant si care genereaza, in cele din urma, oprirea motorului. Fenomenul este favorizat de faptul ca, la motoarele prevazute cu carburator, amestecul aer-benzina se formeaza intr-o zona de depresiune (difuzor) si, in conditii de umiditate atmosferica ridicata (peste 60%) si temperaturi relativ scazute ale carburantului, are loc inghetarea vaporilor de apa prezenti in aerul de admisie. Se foloseste, de regula, in sintagma givrajul carburatorului; sinonim cu givrare, jivrare sau jivraj.

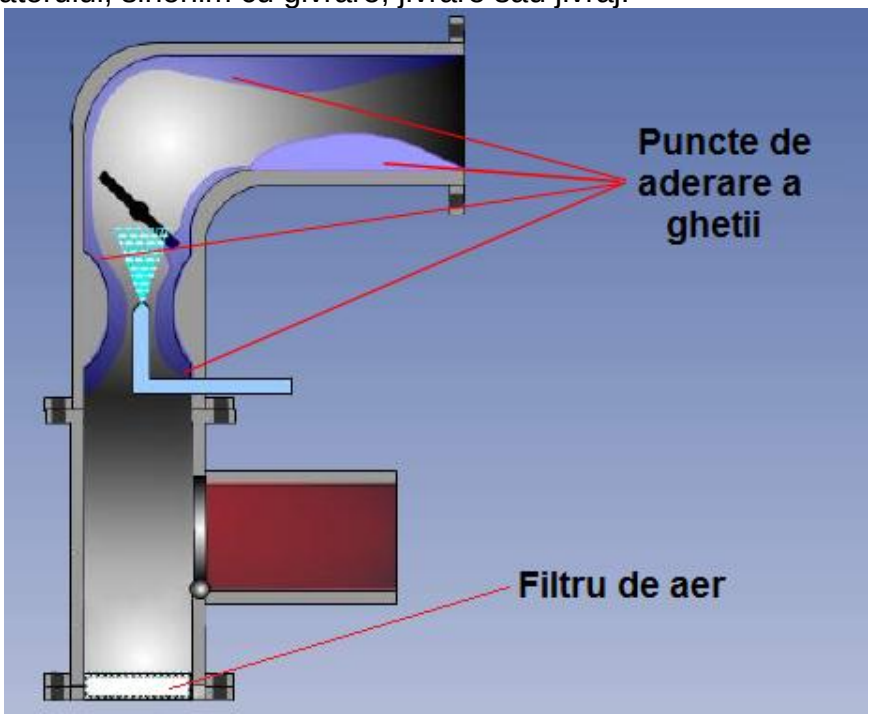


Fig. 2.33. Givrajul carburatorului

Expansiunea aerului in timpul accelerarii sale prin tubul venturi (difuzor) are ca efect scaderea temperaturii acestuia. Chiar si aerul mai cald poate scadea

sub zero si, daca acesta este umed, se poate forma gheata. Acest fenomen poate degrada serios functionarea motorului conducand chiar la oprirea lui.

Gheata de impact

Gheata de impact apare cand picaturi de apa supraracita (cu temperatura sub punctul de inghet) se ciocnesc de peretii metalici ai galeriei de admisie in carburator, transformandu-se instantaneu in gheata (acest fenomen poate sa apara atat la sistemele de amestec cu carburator cat si la cele folosind injectia).

Gheata de impact poate sa apara cand temperatura exterioara este putin peste sau sub zero si avionul zboara in nori, ploaie sau aer cetos dens – umezeala vizibila – si particulele de apa sunt in jurul temperaturii de 0°C, sau daca suprafetele canalizatiei de admisie au ele insele acest regim termic (avionul coboara de la inaltime mare – temperatura joasa – la inaltime mica unde aerul are temperatura mai mare dar este umed).

Gheata de depunere (datorita vaporizarii benzinei)

Acest tip de gheata se formeaza in zona in care jetul de benzina este pulverizat in curentul de aer, in difuzorul carburatorului, unde benzina se vaporizeaza cauzand o reducere substantiala a temperaturii sale datorita caldurii latente absorbita in timpul vaporizarii.

Daca temperatura amestecului scade in intervalul 0°C si -8°C, apa va precipita in aer (daca acesta este umed) si va ingheta pe orice suprafata pe care o va intalni (peretii difuzorului si clapeta de admisie). Acest fapt va produce o diminuare serioasa a debitului de aer la admisie si implicit va influenta negativ puterea dezvoltata de motor (in sensul scaderii acesteia).

Gheata de depunere poate sa apara chiar in conditiile in care temperatura ambientului este mult deasupra punctului de inghet (+20°÷+30°C) cand umiditatea relativa a aerului este peste 50%.

In unele texte de referinta, gheata de depunere mai este numita gheata de refrigerare (refrigeration icing), deoarece este cauzata de vaporizarea unui lichid – acelasi proces care este utilizat la majoritatea frigiderelor.

Depunerea de gheata pe clapeta de admisie

Datorita accelerarii amestecului la trecerea pe langa clapeta de admisie, se produce o scadere a presiunii statice si, in consecinta, o scadere a temperaturii acestuia. Acest proces poate cauza depuneri de gheata pe clapeta de admisie. Accelerarea si implicit scaderea temperaturii au valori maxime la deschideri mici ale clapetei, deoarece aceasta restrictioneaza debitul de aer pentru obtinerea regimurilor de putere aferente, determinand o scadere substantiala a presiunii.

Prin urmare, este foarte probabila aparitia ghetii la carburator la regimuri reduse ale manetei de gaze, de exemplu la coborare cand se foloseste un regim redus de putere.

Nota: Nu este necesar ca umiditatea aerului sa fie vizibila pentru ca aparitia acestui tip de gheata sa fie posibila.

Aparitia ghetii la carburator

Ambele tipuri de gheata descrise anterior pot sa apara cand temperatura exterioara a aerului este mare. Datorita expansiunii (scaderii presiunii statice) apare scaderea temperaturii pana la limita de inghet – si faptul ca suntem la latitudini mici si sunt +25°C nu insamna ca nu este posibila aparitia ghetii la carburator. Daca umiditatea este mare, acesta se poate forma usor.

Toate aceste tipuri de gheata au un efect major asupra functionarii motorului. Sunt alterate marimea si forma pasajelor (canalizatiilor) carburatorului, curgerea aerului este perturbata, raportul de amestec este afectat, conducand la o functionare defectuoasa, scaderea puterii si chiar oprirea motorului daca nu se iau masuri corective prompte.

Simptomele tipice ale aparitiei ghetii la carburator sunt:

a) scaderea puterii (scaderea turatiei la motoarele cu elice cu pas fix si scaderea presiunii la admisie la cele cu pas variabil la elice), avand ca efect scaderea performantelor – scaderea vitezei sau o rata mai mica de urcare.
b) functionarea defectuoasa.

2.5.8 Incalzirea carburatorului

Majoritatea avioanelor moderne au un sistem de incalzire a carburatorului pentru evitarea aparitiei ghetii. Aceasta presupune in mod uzual trecerea aerului la admisie peste galeria de evacuare a motorului. Cand se incalzeste, densitatea sa scade si deci efectul initial imediat al incalzirii aerului este scaderea puterii motorului (manifestata prin scaderea turatiei sau a boost-ului) – posibil cu pana la 10-20%.

Comanda incalzirii carburatorului este de obicei pozitionata langa maneta de gaze. Prin actionarea ei complet in fata, aerul din admisia in carburator va fi incalzit. Uzual, daca se suspecteaza aparitia ghetii in carburator se cupleaza maneta de incalzire a aerului. La trecerea aerului incalzit prin tubul venturi (difuzor), gheata va fi topita. E posibila aparitia temporara a unei functionari neregulate a motorului pe masura ce gheta formata este topita si aspirata in cilindri, dar aceasta va disparea repede. Curatarea ghetii din carburator va permite functionarea mai buna a motorului si cresterea puterii manifestata prin cresterea turatiei (sau a boost-ului) pe masura ce gheata dispare. Initial, prima reactie va fi de scadere a turatiei (sau a boost-ului) datorita scaderii densitatii cauzate de incalzirea aerului, urmata rapid de cresterea parametrilor susmentionati datorita curatirii ghetii. Ulterior, incalzirea aerului poate fi oprita pentru a se reveni la normal.

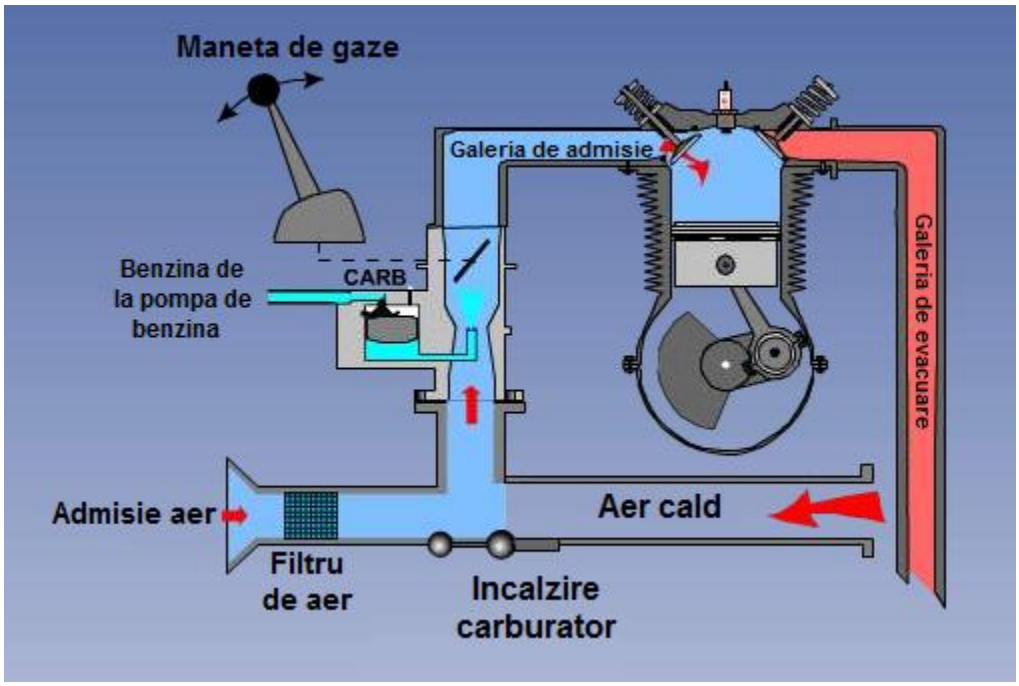


Fig. 2.34. Sistemul de incalzire al carburatorului

Daca gheata se formeaza din nou, operatiunea se repeta. Dupa aceasta se poate pastra maneta de incalzire undeva la jumatate din cursa pentru a preveni formarea in continuare a ghetii. Daca pozitia selectata nu este suficienta, operatiunea se repeta si se pastreaza maneta de incalzire pozitionata mai in fata (spre cald). In anumite conditii atmosferice, este posibila necesitatea pastrarii manetei de incalzire in pozitia maxima.

Incalzirea carburatorului la coborare si apropiere

La coborarea cu regimul redus al motorului si in apropierea aterizarii, in special in conditii de umiditate crescuta (ex. in zone de coasta) este bine de cuplat incalzirea carburatorului pentru a se asigura ca nu se produce gheata.

Deschiderea mica a clapetei de admisie mareste sansa formarii ghetii (in special in zona acesteia). Apoi, in faza finala a aterizarii, maneta de incalzire se decupleaza (inchide) pentru eventualitatea unei ratari a aterizarii (cand este nevoie de puterea maxima). Unele avioane au in dotare un termometru al aerului in carburator care poate fi folosit pentru a mentine temperatura acestuia in afara ecartului de inghet.

Incalzirea carburatorului la sol

Este de evitat cuplarea incalzirii aerului la carburator la sol (in afara verificarilor premergatoare decolarii) pentru ca aerul este preluat din zona galeriei de evacuare si nu este filtrat. Acest lucru va evita introducerea de praf sau impuritati in carburator si motor cu efecte nefaste pentru acesta. Din acest

motiv, verificarea incalzirii carburatorului inainte de decolare se va face pe o suprafata curata a solului.

Verificarea presupune:

a) cuplarea completa a incalzirii carburatorului si observarea timp de 5 secunde a turatiei (boost-ului),

b) readucerea manetei de incalzire inapoi in prag si verificarea faptului ca turatia revine la valoarea initiala.

Daca turatia revine la o valoare semnificativ mai mare decat cea de dinaintea cuplarii incalzirii, inseamna ca gheata a fost prezenta si a fost cel putin partial topita; repetati procedura pana cand toata gheata se topeste avand grija sa nu se formeze din nou inainte de decolare.

2.5.9 Sistemul de injectie a combustibilului

Motoarele mai sofisticate au benzina dozata direct in galeria de admisie si apoi in cilindri fara a se folosi un carburator. Aceasta se numeste injectia de combustibil.

Un sistem venturi este folosit deasemenea pentru a sesiza diferenta de presiune. Acesta este cuplat cu unitatea de control al combustibilului (FCU-fuel control unit), de la care combustibilul dozat este canalizat la pompa de injectie (distribuitorul de combustibil). De aici, combustibilul este canalizat separat prin rampele de combustibil catre fiecare cilindru individual unde, prin injectoare, este introdus fie prin capul cilindrului, fie prin zona din fata supapei de admisie.

Controlul amestecului la acest sistem comanda, de asemenea, si oprirea motorului la ralanti.

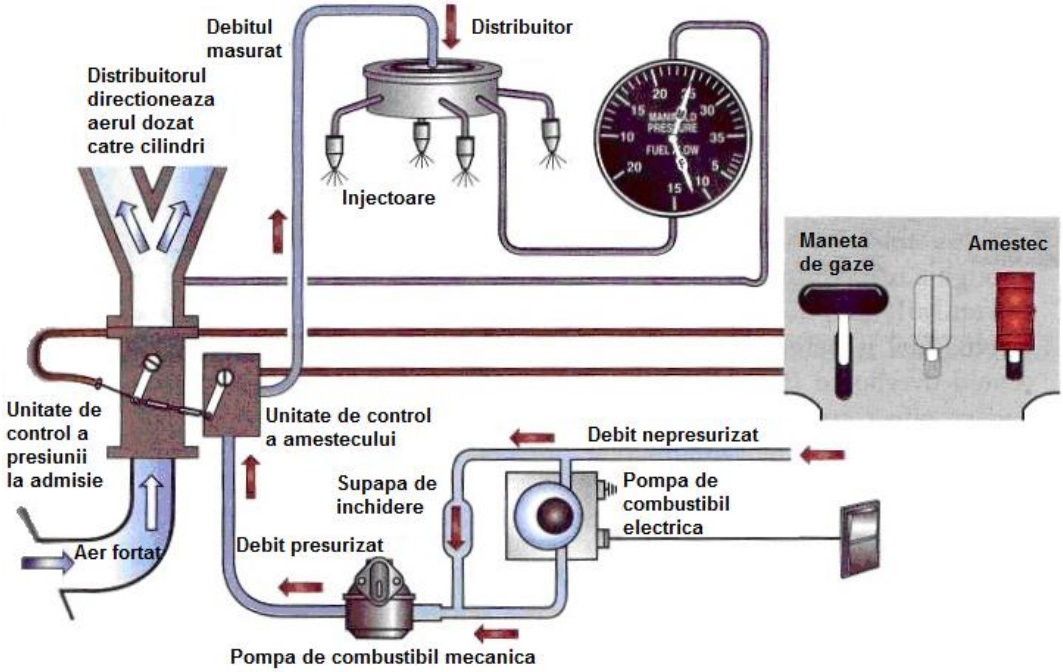


Fig 2.35. Sistem de injectie de combustibil

Prin sistemul de injectie de combustibil, fiecare cilindru poate fi alimentat cu amestecul corect prin canalizatia separata de alimentare (spre deosebire de sistemul cu carburator unde toti cilindrii erau alimentati cu acelasi amestec).

Avantajele sistemului de injectie cu benzina:

a) disparitia fenomenului de gheata de depunere (prin disparitia conditiilor de formare)
b) alimentarea mai uniforma cu amestec carburant a cilindrilor
c) controlul imbunatatit al raportului de amestec
d) simplitatea in exploatare
e) accelerarea instantanee a motorului dupa relanti cu disparitia tendintei de oprire la actionarea brusca a manetei (repriza mult mai buna)
f) cresterea randamentului motorului.

Dezavantajele sistemului de injectie:

a) pornirea motorului cu sistem de injectie la cald poate fi dificila datorita aparitiei vaporilor de benzina in rampe. Pompele electrice care creaza presiunea in sistem pot inlatura aceasta problema.
b) rampele de combustibil fiind foarte subtiri, sistemul este mult mai susceptibil la impuritati (praf, apa).
c) combustibilul in exces trece printr-o conducta de retur care poate fi indreptata catre unul din rezervoare. Daca pilotul nu tine cont de acest aspect, poate fie pierde combustibil prin preaplinul rezervorului respectiv (in cazul umplerii acestuia), fie cel putin o distribuire dezechilibrata (asimetrica) a combustibilului in rezervoare avand ca efect modificarea centrului de greutate si deci a stabilitatii avionului.

2.6 Combustibili de aviatie

Cel mai important este sa va asigurati ca alimentati cu tipul corect de combustibil. Benzina de aviatie (Avgas) este necesara pentru motoarele cu piston si petrolul de aviatie (kerosenul – Avtur) pentru motoarele cu turbine (jeturi). Kerosenul are culoarea paiului si are un miros distinctiv.

Verificati pentru identificare inainte de alimentarea aeronavei marcajele pe culori specifice fiecarui tip de combustibil, de pe sistemele de alimentare cu combustibil pentru a va asigura ca este cel dorit. Sistemele de alimentare Avtur sunt marcate cu negru, iar cele care contin combustibil Avgas, cu rosu.

2.6.1 Tipuri de combustibili

Benzina de aviatie AVGAS

Are caracteristici diferite pentru a satisface cerintele diferitelor tipuri de motoare cu piston - unele cu performante mai ridicate si altele cu performante mai scazute. Aceste diferente de caracteristici ale benzinei Avgas sunt codate pe culori pentru a ajuta la identificarea corecta a combustibilului. Combustibilul normal pentru avioanele usoare este 100LL care este colorata albastru.

Combustibilul trebuie sa aiba calitati anti-detonare (antisoc) care sunt date de valoarea cifrei octanice sau cifrei de performanta. Cu cat cifra octanica (motor/performanta) este mai mare, cu atat este mai mare raportul de comprimare pe care amestecul carburant il poate dezvolta fara sa detoneze. Tetraetilul de plumb este adaugat la combustibilii cu cifra octanica mai mare pentru a le imbunatati calitatile anti-detonare.

Cifra de performanta mai ridicata indica puterea posibila (prin comparatie cu combustibilul de referinta standard) inainte ca un amestec bogat sa detoneze, si cifra mai scazuta indica puterea posibila inainte ca acelasi combustibil fara plumb ar detona. Anumite motoare necesita un combustibil anume – asigurati-va ca stiti care anume si folositi-l. De asemenea, asigurati-va ca acelasi combustibil care se afla deja in rezervoare este acelasi cu combustibilul pe care il alimentati.

Daca este folosit combustibil cu cifra octanica mai mica decat cel specificat, sau un combustibil care este expirat, este posibil sa apara detonarea, indeosebi la setari de puteri ridicate, cu o pierdere de putere in consecinta si posibile daune ale motorului.

Daca este folosit combustibil cu o cifra octanica mai mare decat cel specificat, bujiile pot fi deteriorate, si de asemenea supapele de evacuare si zonele de etansare ar putea fi erodate (arse) de combustibilul cu cifra octanica ridicata la evacuarea gazelor.

Benzina auto MOGAS

Mogas este un combustibil produs de serie cu anumite specificari si calitate; fiti precauti la folosirea benzinei auto – Mogas la motoarele de aviatie.

Benzina de aviatie (Avgas) se fabrica avand un control riguros al calitatii. Combustibilul motor obisnuit de la statiile de alimentare nu are un asemenea control al calitatii, nu este livrat in serii, si nu i se verifica puritatea. De asemenea, are caracteristici diferite de ardere fata de Avgas.

La un motor de aviatie, benzina auto genereaza puteri scazute, deteriorarea bujiilor si o foarte mare posibilitate de aparitie a detonatiilor. De asemenea, benzina auto-Mogas este mai volatila (tensiunea de vapori Reid mare) decat benzina de aviatie Avgas si poate genera dopuri de vapori in sistemul de alimentare al aeronavei, saracindu-i amestecul (rezultand temperaturi la chiulasa mari) ducand chiar la oprirea motorului la temperaturi ale mediului ambiant ridicate (>28°C). Intr-un motor de avion, acest tip de combustibil ar genera o productie scazuta de energie, si posibilitatea serioasa de detonare.

2.6.2 Calitatea combustibilului

Combustibilul care urmeaza sa fie alimentat in aeronava trebuie mai intai verificat de orice contaminare. Cel mai des intalnita impuritate este apa. La rezervoarele de stocare la sol a combustibilului, la cisternele pentru alimentare cat si la aeronavele care au stationat mai mult timp trebuie sa se faca o operatiune de decantare in punctul cel mai de jos al sistemului inainte de a alimenta aeronava.

In mod natural combustibilul contine o cantitate mica de apa si aceasta se poate condensa cu scaderea temperaturii, contaminand sistemul de combustibil si rezultand o pierdere de putere a motorului. O cantitate de apa mai mare, care daca este introdusa intr-un cilindru al motorului, intrerupe procesul de combustie si poate genera oprirea motorului.

Apa poate de asemenea bloca trecerea combustibilului in carburator prin formarea unor dopuri de apa, intrerupand astfel functionarea motorului.

Exista procedee de testare a combustibilului care reactioneaza cand apa este prezenta; responsabilul privind calitatea combustibilului le va folosi in mod regulat pentru a garanta puritatea combustibilului in rezervoarele de stocare de la sol.

Condensul si impuritatile

Exista de obicei o scadere a temperaturii aerului peste noapte si, in cazul in care cantitatea aerului in rezervoarele de combustibil ale avionului este mare (adica daca rezervoarele sunt aproape goale), peretii rezervorului de combustibil se vor raci si va exista mult mai mult condens decat daca rezervoarele ar fi pline cu combustibil. Daca rezervoarele sunt tinute pline si avionul nu este folosit cateva zile, si in timpul noptii cand sunt asteptate temperaturi scazute, aceasta va duce la micsorarea condensului.

Dezavantajele realimentarii cu combustibil de la o zi la alta includ:

a) daca avionul are o restrictie de greutate la decolare in ziua urmatoare, va trebui sa se scoata o cantitate de combustibil pentru a reduce greutatea sau pentru a se incadra in limitele de centraj.

b) daca rezervoarele sunt pline si temperatura creste, combustibilul se va dilata si probabil va curge din rezervor prin conductele de supra-plin sau aerisire. Aceasta ar putea fi un risc de foc.

Pot exista si alte impuritati pe langa apa. Rugina, nisipul, praful si micro-organismele pot cauza probleme asemanatoare. Filtrarea sau limpezirea combustibilului ar trebui sa indice prezenta acestora si trebuie sa fie indepartate inainte de realimentare.

Fiti deosebit de atenti cand realimentati. Intodeauna sa verificati combustibilul pentru detectarea apei si impuritatilor, tipul de combustibil sa fie corect, iar buletinul de analiza sa se afle in termen de valabilitate. Filtrati combustibilul inainte de alimentare.

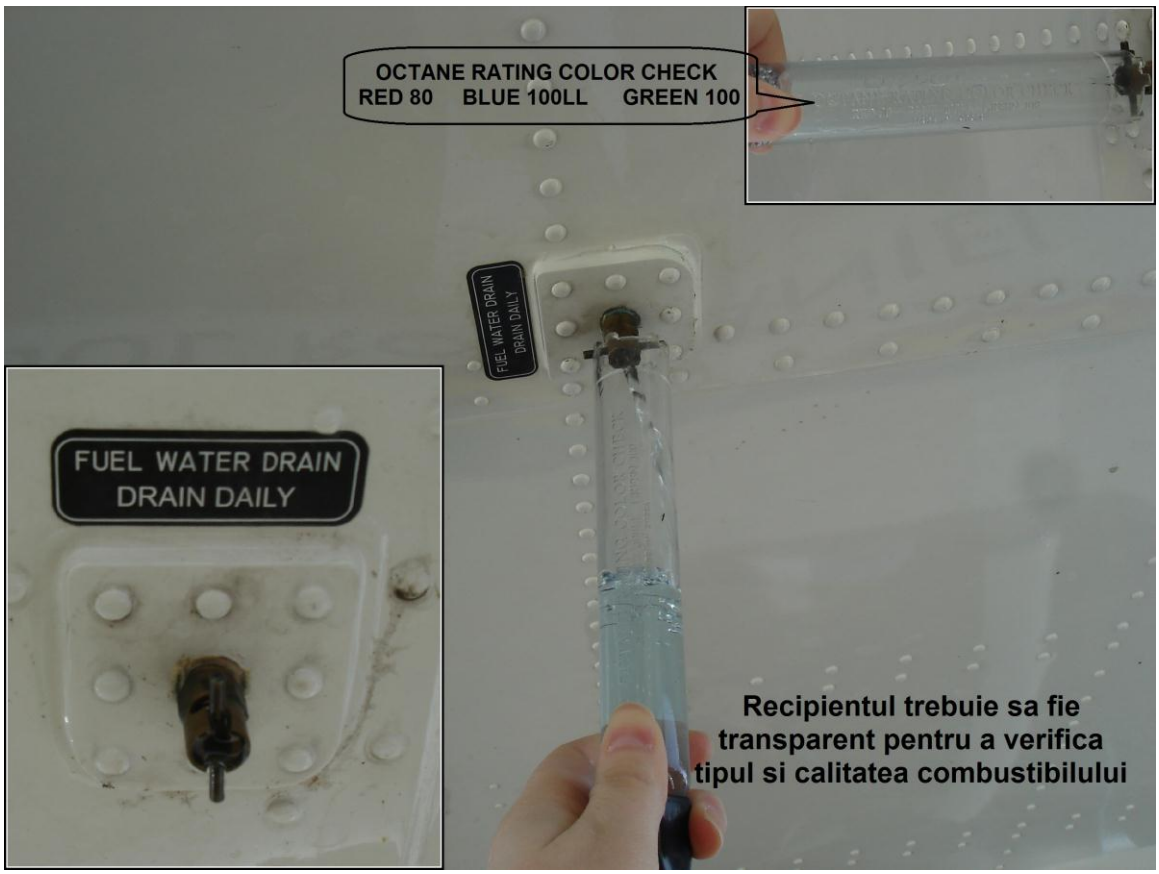


Fig 2.36. Supapele de drenaj se afla in punctul cel mai de jos al rezervoarelor

Apa in rezervoarele de combustibil

Apa, fiind mai densa decat combustibilul, va avea tendinta de a se aduna in punctele situate cel mai jos in sistemul de alimentare cu combustibil al aeronavei. Atunci cand in rezervoarele avionului exista o cantitate mica de

combustibil, trebuie decantata regulat de la fiecare rezervor si de la supapa de decantare a combustibilului pentru a o verfica de impuritati, indeosebi apa care se va depune la fundul paharului folosit special pentru decantare. Supapele de decantare a combustibilului sunt de obicei supape cu inchidere prin resort si exista una (sau mai multe) la baza fiecarui rezervor de combustibil. Filtrul cu sita (filtrul brut) al combustibilului se gaseste de obicei in cel mai de jos punct in intregul sistem de combustibil.

In termeni generali, daca o cantitate mare de apa a fost gasita in rezervoare, actiunile dumneavostara ar trebui sa includa urmatoarele:

a) informati mecanicul/inginerul de sol;
b) drenati rezervoarele pana cand toata apa a fost scoasa;
c) balansati aripa pentru a permite apei sa graviteze catre decantorul de apa;
d) drenati mai mult combustibil si verificati daca exista apa la toate punctele de decantare.

2.6.3 Managementul combustibilului

Asigurati-va ca avionul are cifra octanica corecta a combustibilului de la bord si ca nu contine impuritati.

Asigurati-va ca aveti la bord combustibil suficient pentru zbor si rezerva adecvata. Nu va bazati pe litrometrele de combustibil deoarece pot da indicatii eronate. Calculati combustibilul necesar, inspectati vizual si masurati combustibilul care se afla la bord inaintea zborului. Amintiti-va ca o parte din combustibiliul din rezervoare nu va putea fi folosit.

Faceti o decantare a combustibilului daca este necesar sau daca credeti ca este binevenita.

Asigurati-va ca nu exista scurgeri, ca busoanele de combustibil sunt stranse si ca aerisirile rezervoarelor sunt libere si neobstructionate. Busoanele rezervoarelor de combustibil se afla de obicei pe partea superioara a aripii, care este o zona cu presiune scazuta in zborul normal. Combustibilul va fi evacuat prin sifonare foarte repede in timpul zborului daca busonul rezervorului nu este securizat. Indeosebi la avioanele cu aripa sus, unde busonul rezervorului nu este vizibil de la sol sau in timpul zborului, ar trebui sa aveti mai multa grija. Trebuie sa fiti familiarizat si sa urmati instructiunile recomandate in manualul de zbor .

Trebuie sa cunoasteti sistemul de combustibil, indeosebi functionarea robinetului (supapelor) de selectare a combustibilului. Cand selectati un rezervor nou, asigurati-va ca robinetul (supapa) selectorului este mutata ferm in pozitia corecta.

Nu schimbati rezervoarele daca nu aveti nevoie exact inaintea decolarii sau aterizarii. Daca este posibil, verficati inainte de decolare daca combustibilul este tras din rezervorul adecvat. Daca operatiunea este posibila din mai mult de un rezervor la un moment dat, aceasta este de obicei de preferat pentru operatiuni in apropierea solului. Daca aeronava este prevazuta cu pompe de

supra-alimentare, se recomanda in general folosirea lor pentru decolari si aterizari.

Cand schimbati robinetul pe alt rezervor verificati daca exista intr-adevar combustibil in rezervorul care urmeaza sa fie selectat, cupland si pompa auxiliara electrica de combustibil si monitorizati indicatia aparatului de presiune a combustibilului in timpul operatiunii si dupa transfer.

2.7 Sistemul de combustibil

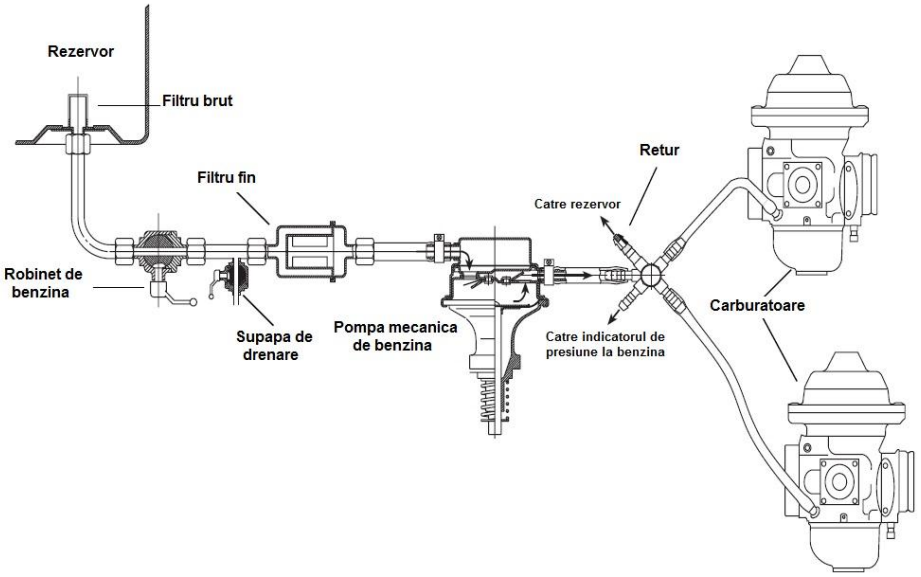


Fig. 2.37. Sistem de alimentare motor Rotax 912

Functia unui sistem de combustibil este aceea de a stoca combustibilul si de a-l trimite la carburator si la sistemul de injectie cu combustibil – in cantitati adecvate si la presiunile corespunzatoare. El trebuie sa ofere o curgere continua de combustibil la presiune pozitiva in toate conditiile normale de zbor:

a) modificarea altitudinii de zbor;
b) schimbarea atitudinii (pozitiei) avionului;
c) accelerarea brusca;
d) decelerarea motorului.

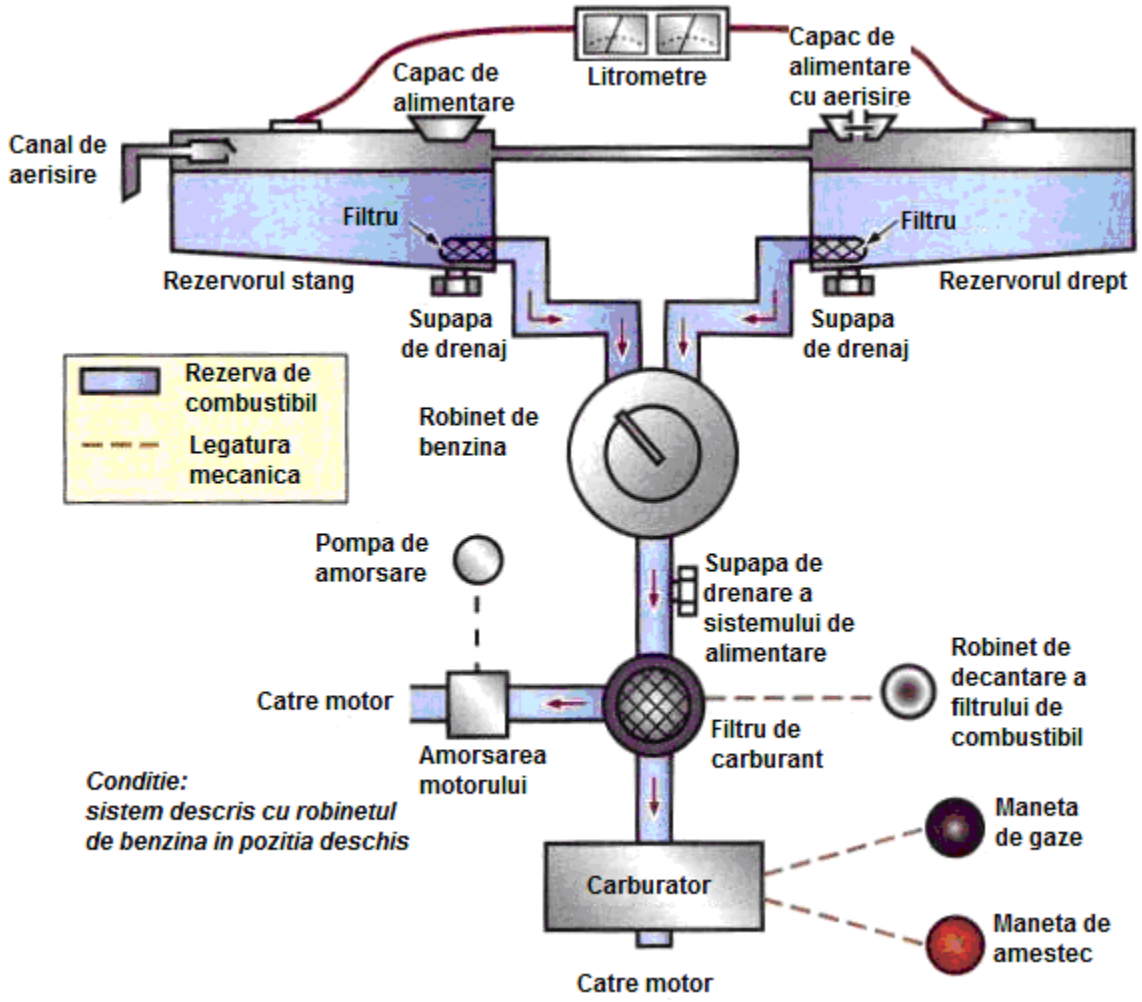


Fig 2.38. Sistem de combustibil

2.7.1 Rezervoarele de combustibil

Combustibilul este stocat in rezervoarele de combustibil, care sunt de obicei instalate in aripi. Un sistem de colectare si drenare la cel mai scazut punct al fiecarui rezervor permite unor impuritati grele, precum apa, sa se adune, sa fie inspectate si drenate. Rezervoarele adeasea contin filtre pentru a preveni curgerea intermitenta a combustibilului in zbor – indeosebi la schimbarile mari de atitudine sau in turbulente.

Conducta de alimentare cu combustibil este pozitionata mai sus decat zona de colectare si drenare pentru a evita orice impuritati (apa sau reziduri lichide) sa intre prin conductele de combustibil in carburator, fiind prevazut si un filtru de combustibil pentru a retine orice cantitate mica de impuritati. Deoarece conducta de alimentare a motorului nu este exact in cel mai de jos punct rezervorului, va exista intotdeauna combustibil neutilizabil in rezervoare.

Partea de sus a rezervorului de combustibil este prevazuta cu o conducta de aerisire pentru a permite presiunii atmosferice sa se egalizeze cu cea din rezervor pe masura ce altitudinea este schimbata si combustibilul este consumat. Orice presiune redusa (datorata unei aerisiri insuficiente) in rezervor ar putea reduce rata de curgere a combustibilului catre motor si, de asemenea, pot face ca rezervoarele de combustibil sa se deformeze spre interior (fenomenul este denumit “cavitatie”). Sistemul de aerisire al rezervoarelor de combustibil trebuie verificat la inspectia externa de dinaintea zborului ca sa va asigurati ca nu sunt blocate sau deteriorate. O conducta de aerisire a unui rezervor de combustibil blocata, in timpul zborului va impiedica aerul sa intre si sa iasa din rezervor, si acest lucru ar putea impiedica combustibilul de a fi tras de pompa de combustibil din rezervor spre carburator si motor.

O drenare a surplusului de combustibil previne formarea presiunii in exces daca volumul acestuia creste din cauza ca rezervoarele pline au fost incalzite de soare.

Un avion cu aripa (sus) parasol, cu rezervoarele in aripi va permite in general combustibilului sa fie dus de gravitatie la carburator, fara sa fie nevoie de vreo pompa de combustibil. Daca nu exista carburator, ci un sistem de injectie cu combustibil, pentru asigurarea necesarului de combustibil, in mod deosebit la decolare si aterizare, este necesara o pompa auxiliara (suplimentara) actionata electric.

La un avion cu aripi joase, rezervoarele, fiind mai jos decat motorul, au nevoie de o pompa de combustibil pentru a ridica combustibilul la carburator. Inainte de pornirea motorului, o pompa suplimentara electrica (auxiliara) este folosita pentru a pregati sistemul de combustibil si pentru a epura vaporii existenti. Odata ce motorul este pornit, pompa mecanica actionata de motor, intra in functiune. Functionarea corecta a pompei poate fi monitorizata cu un indicator de presiune a combustibilului.

Este normal ca pompa electrica de combustibil sa fie cuplata pentru manevre critice precum decolarea, aterizarea si zborul la inaltimi mici in caz ca pompa mecanica se defecteaza si motorul ramane fara alimentare cu combustibil.

Este important, indeosebi la avioanele cu aripi joase, avand combustibilul transportat in rezervoare mai jos decat nivelul motorului, ca supapa de drenare (decantare) a combustibilului sa fie verificata ca fiind pe pozitia inchis in timpul inspectiei externe de dinaintea zborului. Daca nu este inchisa, pompa de combustibil actionata de motor este posibil sa nu fie capabila sa asigure suficient combustibil pentru motor (absorbind in schimb aer), si motorul poate ramane fara combustibilul necesar. Acelasi fenomen se poate intimpla si in cazul oricarei neetanseitati a sistemului de combustibil.

2.7.2 Pompa de injectie

Pompa de injectie cu combustibil este o pompa comandata din cabina si este folosita pentru a pompa combustibil direct in cilindrii mortorului la pregatirea pornirii. Acest combustibil nu trece prin carburator.

Maneta de comanda trebuie sa fie pe pozitia inchis in timpul zborului pentru a evita ca un exces de combustibil sa fie tras in cilindri, indeosebi la setari joase ale puterii, care ar putea opri motorul datorita amestecului prea bogat al raportului combustibil/aer.

2.7.3 Selectarea consumului de combustibil

O conducta de combustibil va merge de la fiecare rezervor la un robinet selector in cabina, pe care pilotul il foloseste pentru a selecta rezervorul din care va fi luat combustibil sau pentru a opri combustibilul. O selectie incorecta de catre pilot poate duce la incidente grave si accidente, asa ca cititi cu atentie aceasta sectiune din manualul de zbor al avionului dumneavostra.

Este de preferat ca atunci cand schimbati pozitia robinetului de combustibil pe alt rezervor sa cuplati pompa auxiliara electrica pentru a garanta presiunea combustibilului la carburator si sa monitorizati presiunea combustibilului pe masura ce operatiunea se desfasoara.

Orice pierdere de putere brusca si neasteptata ar trebui sa va aduca aminte imediat de doua cauze posibile:

a) lipsa de combustibil la motor;
b) givrarea carburatorului.

Daca respectiva cauza este selectarea incorecta a combustibilului, actiunile voastre ar trebui sa includa:

a) tragerea manetei de gaze la minim (pentru a evita o supraturare brusca atunci cand motorul reporneste);
b) setarea controlului de amestec la complet bogat;
c) cuplati pompa auxiliara de combustibil electrica; si
d) verificati pozitia robinetului selector de consum al combustibilului .

Daca problema motorului este givrarea carburatorului, atunci cuplati incalzirea carburatorului la maxim.

2.7.4 Pompe auxiliare de combustibil

Motivele pentru instalarea pompelor de combustibil electrice sunt:

a) furnizarea de combustibil la presiunea ceruta de carburator sau de unitatea de dozare a combustibilului (sistem de injectie);
b) eliminarea de pe conducte a vaporilor de combustibil;
c) pregatirea cilindrilor pentru pornire;
d) alimentarea cu combustibil daca pompa principala actionata de motor nu functioneaza.

Daca o pompa electrica de combustibil este prevazuta in sistemul de alimentare, este normal sa existe un aparat indicator de presiune a combustibilului pentru a monitoriza operatiunea.

2.7.5 Litrometrul de combustibil

Majoritatea avioanelor au aparate indicatoare ale nivelului de combustibil (litrometre) in cabina, care pot fi electrice sau care pot fi citite direct. Un pilot responsabil nu se bazeaza pe ele, deoarece pot emite indicatii destul de gresite, indeosebi cand avionul nu este in zbor rectiliniu la orizontala.

Intodeauna trebuie cercetat vizual continutul rezervoarelor de combustibil in timpul inspectiei externe (check-list) de dinaintea zborului, indepartand busonul de combustibil si, folosind o tija pentru masurat nivelul combustibilului, se verifica nivelul acestuia, apoi trebuie fixat bine busonul pentru siguranta.

Rata de consum a combustibilului specificata in manualul de zbor al aeronavei pretinde o anumita compozitie a amestecului, care daca nu are loc, ar putea duce la o ardere a combustibilului cu 20% mai mult si litrometrul de combustibil ar citi mult mai putin decat se asteapta.

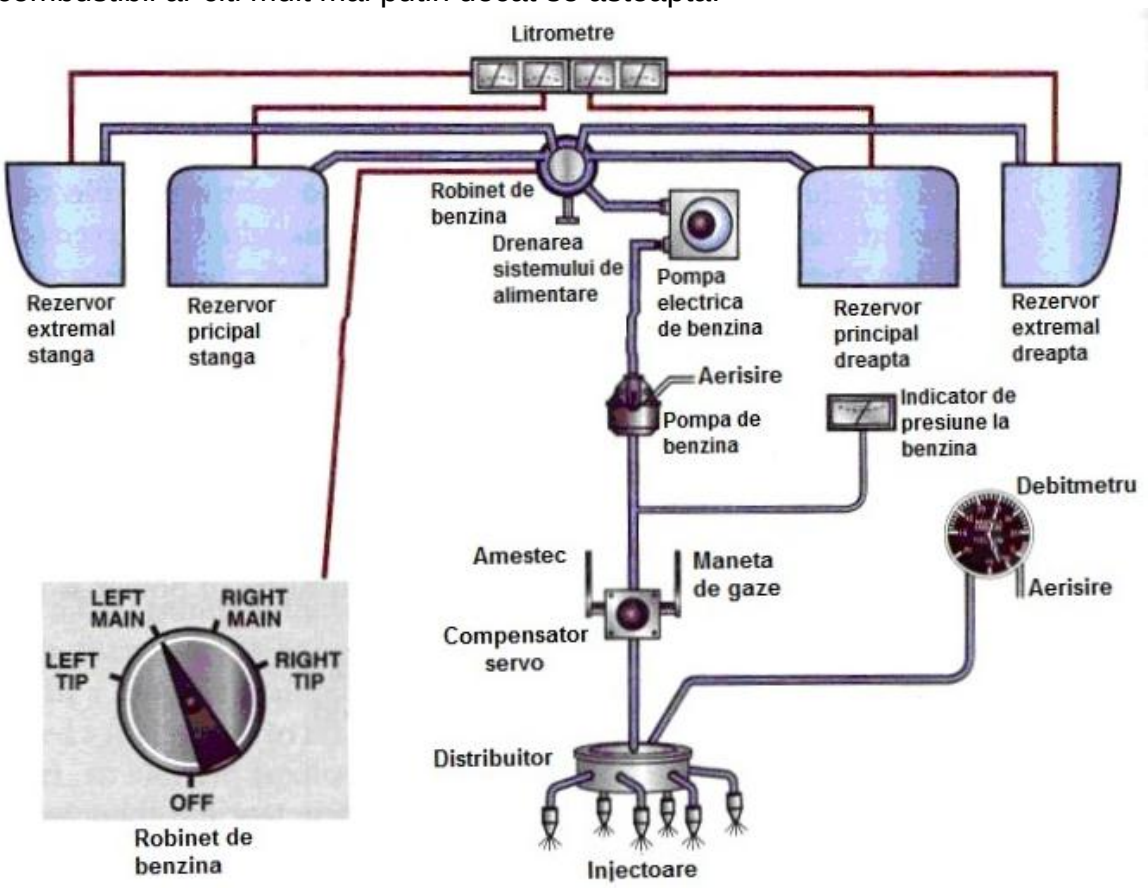


Fig 2.39. Sistem de alimentare complex

2.7.6 Realimentarea cu combustibil

Pentru siguranta in timpul realimentarii cu combustibil, avionul ar trebui parcat departe de alte avioane si cladiri, motorul trebuie oprit si contactele taiate. Locatia echipamentului de stingere a incendiilor trebuie cunoscuta in caz ca este necesar. Fumatul este interzis pe o raza de min. 50 m in zona de alimentare a aeronavei.

Pentru a preveni posibilitatea unei scantei de energie statica care aprinde vaporii de combustibil, trebuie sa se conecteze fire de impamantare intre avion si echipamentul de realimentare cu combustibil si sol si sa va asigurati ca se afla la acelasi potential electric. Aceast lucru trebuie facut inainte de a indeparta busonul de combustibil, cand vaporii de combustibil sunt eliberati in aer.

2.8 Elicea

Elicea (din greaca helix, "spirala") este un mijloc de propulsie care realizeaza deplasarea unei nave sau aeronave prin rotirea paletelor elicei, amplasate radial pe axa elicei.

Elicea nu este prevazuta cu o carcasa, fiind un agregat care utilizeaza energia de propulsie rezultata din curentul de fluid sau aer care este produs prin miscarea de rotatie a elicei.

Fig 2.40. Elice bipala

Descoperitorul sau inventatorul elicei este austriacul Joseph Ressel (1793-1857)

2.8.1 Principiu de functionare

Palele elicei sunt in asa fel amplasate, incat produc prin rotatie unde asimetrice de aer sau apa, prin aceasta iau nastere forte de presiune si absorbtie care determina, la randul lor, formarea unui curent in mediul respectiv.

Fiecare pala a elicei contribuie la acest efect motric de propulsie. Efectul se poate observa la vapoare, sau toate ambarcatiunile cu motor, vehicule cu perna de aer, avioane, elicoptere. O elice, dupa principiul de functionare, este inversul turbinei, prin faptul ca cedeaza energie mediului inconjurator, pe cand turbina preia energia potentiala din mediul inconjurator. Latimea palelor este in functie de unghiul lor de amplasare pe axa elicei, ca si in functie de viteza de rotatie.

Palele au de obicei un profil (lat. fillum = fir) sau contur, o fata fiind convexa obligand fluidul sa efectueze o cale mai lunga ca si pe partea opusa, aceasta diferenta de viteza intre cele doua parti creeaza efectul de sorb, intensitatea acestui efect putand fi reglata prin modificarea vitezei sau pozitiei palelor elicei.

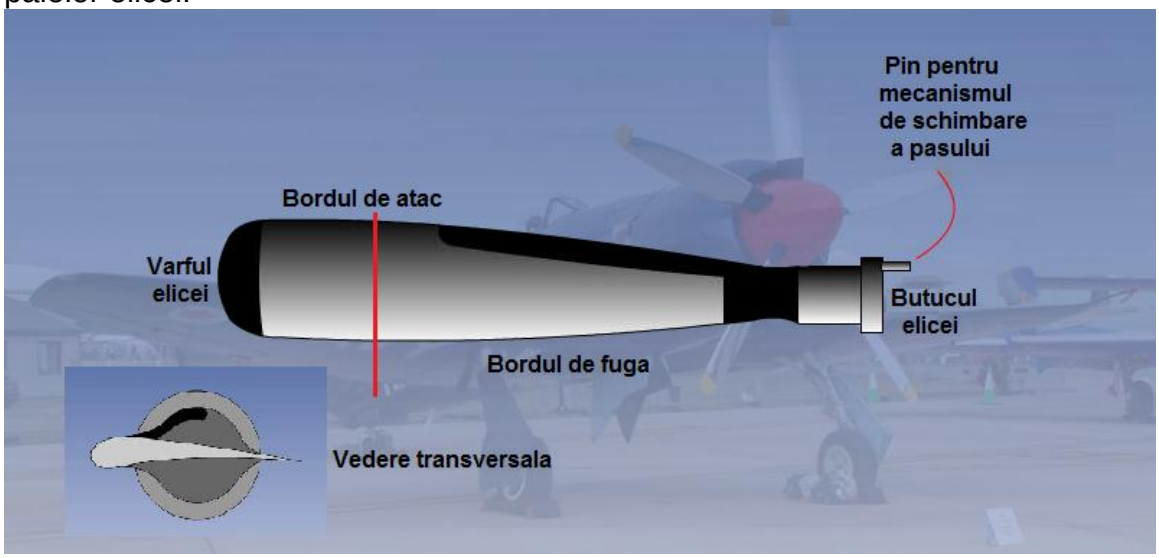


Fig. 2.41. Elementele elicei

Asemanator unei aripi, o pala de elice are o incastrare si un varf, un bord de atac si un bord de fuga, o sectiune transversala conventionala, a carei coarda uneste bordul de atac cu bordul de fuga. Zona incastrarii, unde sectiunea palei devine rotunda, se numeste butucul elicei. Acesta cuprinde si mecanismul de schimbare a pasului elicei.

Coarda palei este linia dreapta care uneste bordul de atac cu bordul de fuga.

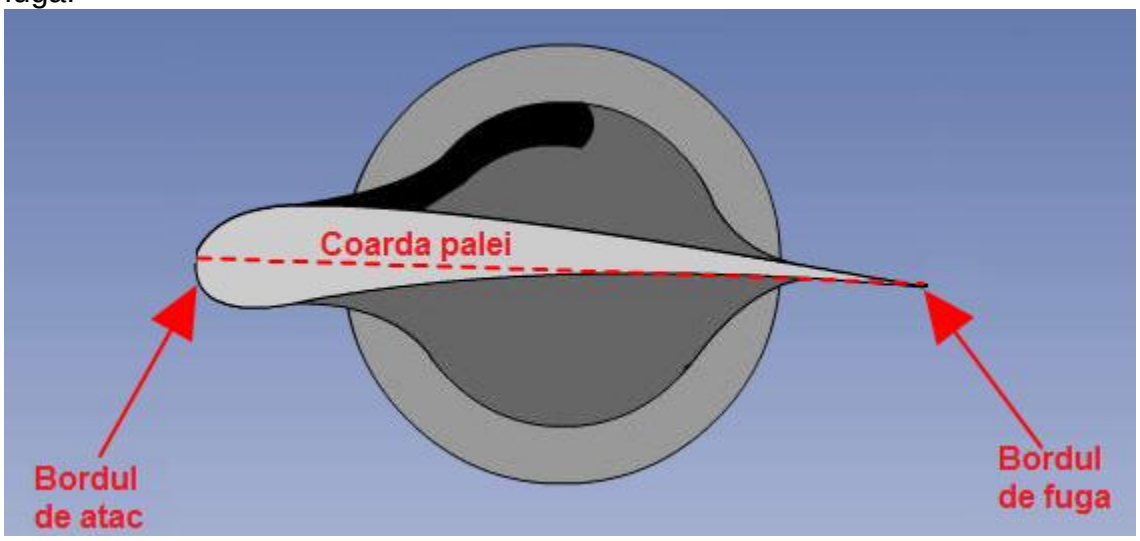


Fig. 2.42. Coarda palei

Unghiul palei este unghiul dintre coarda palei si planul de rotatie.Unghiul palei scade de la butuc catre varful elicei deoarece viteza de rotatie a palei creste de la butuc catre varf. Aceasta variatie de-a lungul palei asigura un unghi optim pe toata lungimea ei. Pentru referinta, pala elicei este masurata la aproximativ 75%din lungimea palei, incepand de la butuc.

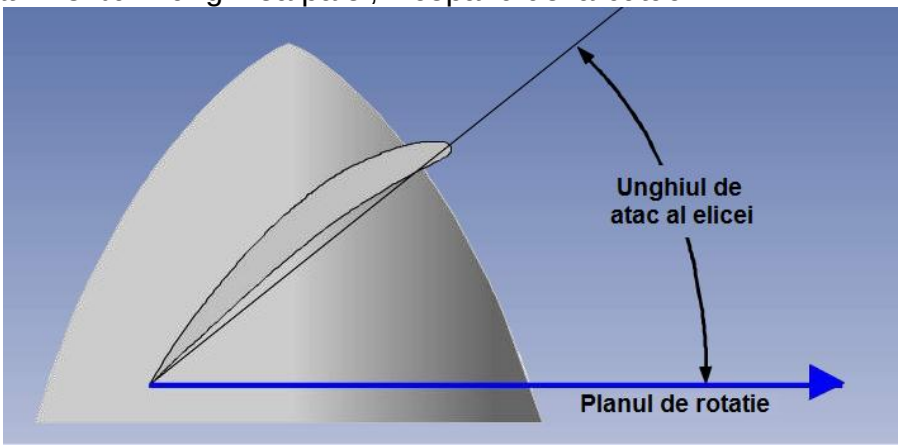


Fig. 2.43. Unghiul palei

Sectiunile palei aproape de varful ei sunt la o distanta mai mare de butucul elicei si acopera o distanta mai mare pentru fiecare rotatie. De aceea, pentru fiecare turatie a motorului, viteza de rotatie a varfului palei este mai mare decat aproape de butuc.

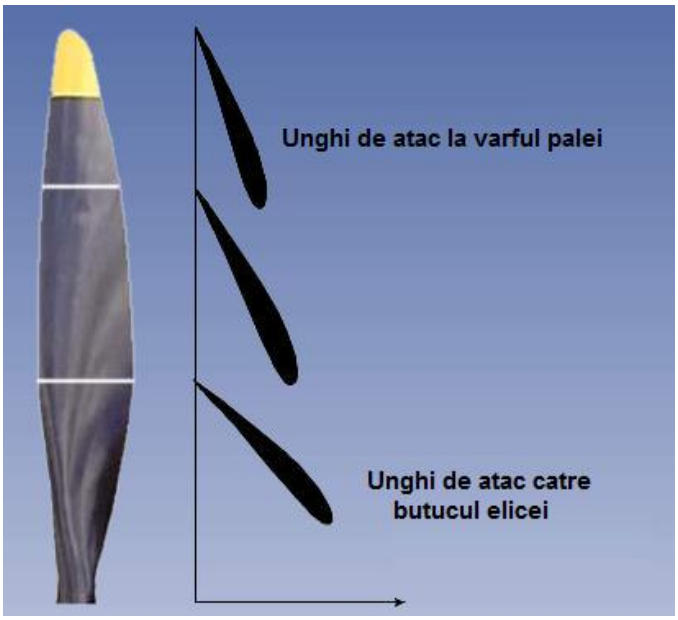


Fig. 2.44. Variatia unghiului palei pe lungimea palei

Unghiul palei trebuie sa scada catre varf, pentru a asigura unghiul optim. Unghiul palei determina pasul geometric al elicei.Un unghi mic se mai numeste si pas mic, in timp ce un unghi mare este numit pas mare.

Pasul geometric al elicei

Pasul geometric al elicei este distanta pe care aceasta ar fi parcurs-o intr-o rotatie completa, asemanator unui tirbuson care avanseaza in lemn pe masura ce este insurubat.

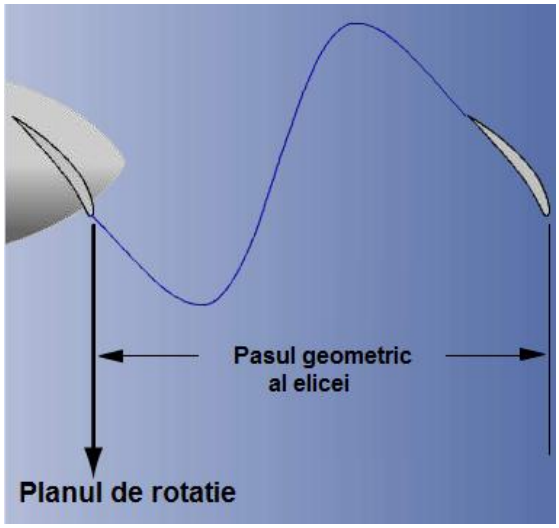


Fig. 2.45. Pasul geometric al elicei

Pasul adevarat al elicei

In zbor, elicea nu se misca prin aer cu valoarea pasului geometric, deoarece aerul este considerat un fluid si trebuie luata in considerare alunecarea. Distanta efectiva cu care elicea se deplaseaza pentru fiecare rotatie se numeste pasul adevarat al elicei. Diferenta dintre pasul geometric si pasul adevarat al elicei se numeste alunecare.

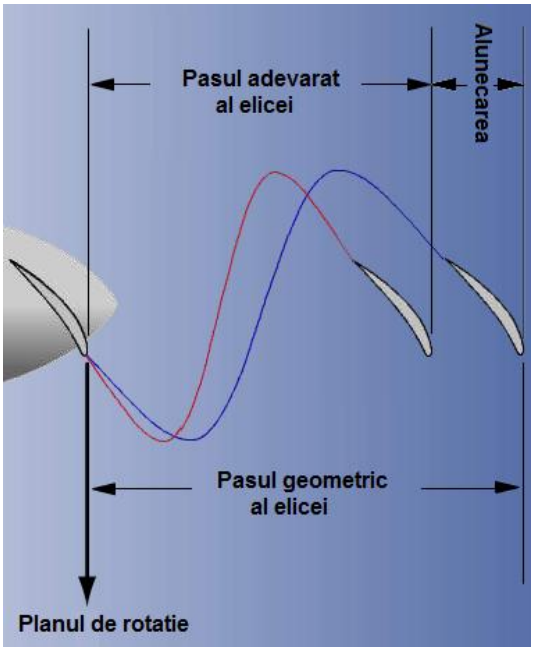


Fig. 2.46. Pasul adevarat si alunecarea elicei

Unghiul dintre coarda palei si curentul de aer se numeste unghiul de atac al palei (α). Unghiul de atac al unei elici cu pas fix depinde de turatie si de viteza aeronavei.

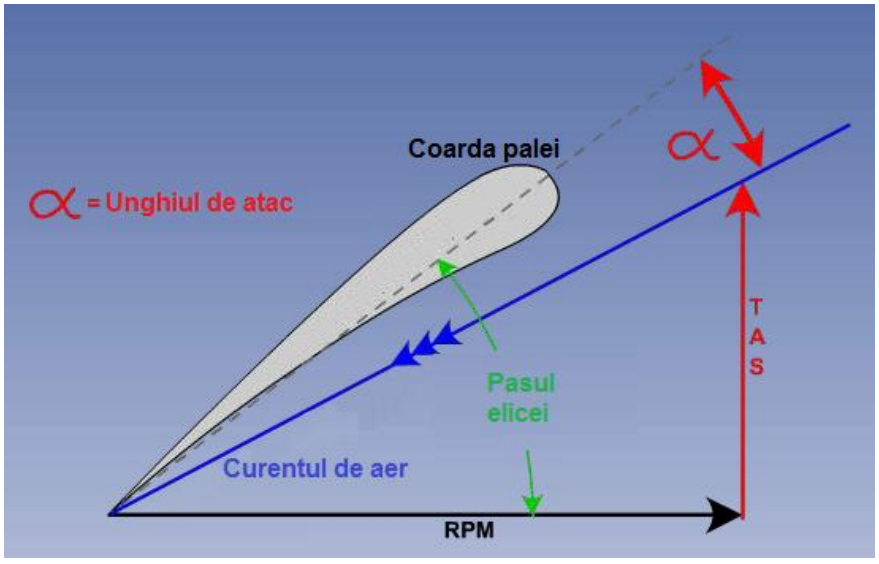


Fig. 2.47. Unghiul de atac al elicei

2.8.2 Momente si forte generate de elice

Cuplul motor

In cazul in care o rotatia elicei este in sensul acelor de ceasornic, o reactie egala si de sens contrar (cuplu) va imprima aeronavei un moment de ruliu contrar sensului acelor de ceasornic. In timpul decolarii, aceasta va apasa mai tare roata stanga a trenului principal, determinand o schimbare de directie catre stanga.

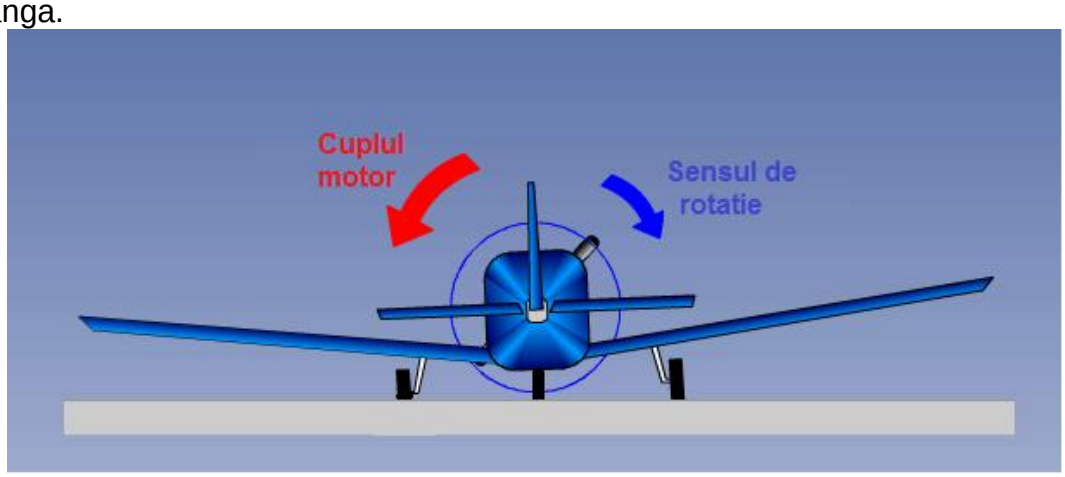


Fig. 2.48. Efectul cuplului motor

In zbor, cuplul se manifesta in acelasi fel, determinand aeronava sa schimbe directia catre stanga, in special in cazul in care se foloseste intreaga putere a motorului, in conditii de viteza scazuta (decolare, urcare). In mod evident, pentru o elice care se roteste contrar sensului acelor de ceasornic, toate efectele descrise mai sus se manifesta in directia opusa.

Efectul giroscopic

O elice care se roteste are proprietatile unui giroscop. Ceea ce produce efectul giroscopic este precesia.

Precesia giroscopica este efectul care are loc atunci cand o forta este aplicata pe marginea discului care se roteste. Cand o forta este aplicata pe marginea discului elicei care se roteste, actiunea fortei se manifesta la un punct aflat la 90° in sensul de rotatie si in aceeasi directie ca si forta aplicata.

De exemplu, daca o aeronava cu o elice care se roteste contrar sensului acelor de ceasornic (cum se vede din cabina) intra in tangaj (ca in fig. 2.49), aeronava se comporta ca si cum o forta de inaintare a fost aplicata in partea de sus a discului elicei. Dar linia adevarata de actiune a acestei forte se manifesta la 90° in sensul de rotatie, determinand aeronava sa vireze catre dreapta.

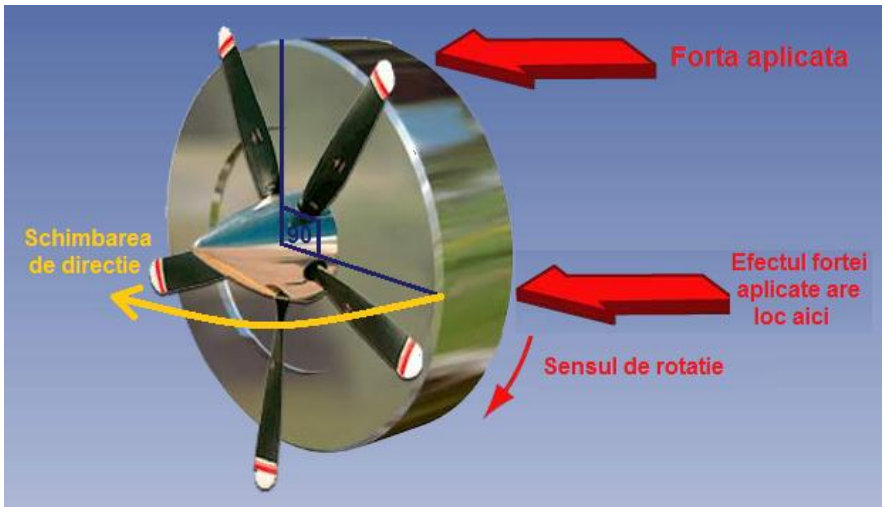


Fig. 2.49. Efectul giroscopic al elicei

Urmatoarele situatii sunt valabile pentru o elice cu sensul de rotatie invers acelor de ceasornic:

CABRAJ: forta aplicata in partea de jos a discului elicei, efectul are loc la 90° in sensul invers acelor de ceasornic, rezultand schimbarea directiei catre stanga;

VIRAJ STANGA: forta aplicata in partea dreapta a discului elicei, efectul are loc la 90° in sensul invers acelor de ceasornic, rezultand un picaj;

VIRAJ DREAPTA: forta aplicata in partea stanga a discului elicei, efectul are loc la 90° in sensul invers acelor de ceasornic, rezultand un cabraj.

Efectul de spirala

In timp ce elicea se roteste, produce un curent de aer, sau suflul elicei, care se invarte in jurul aeronavei (fig. 2.50). Acest suflu determina o schimbare in scurgerea de aer din jurul ampenajului vertical.

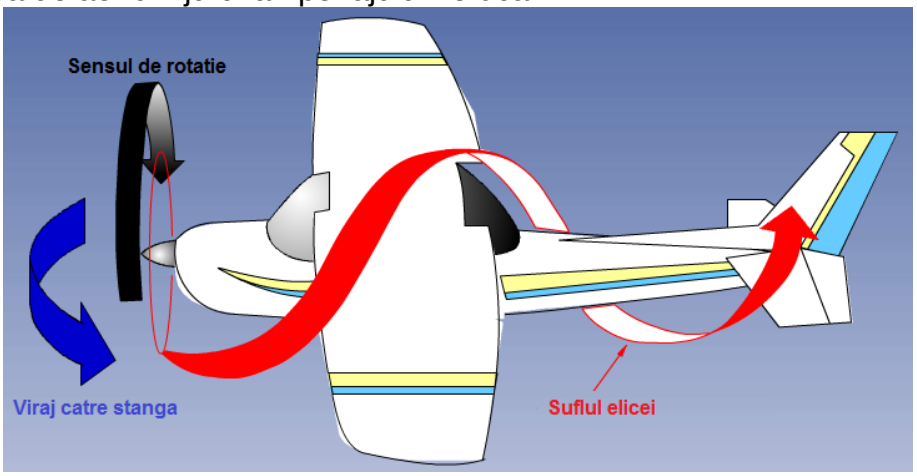


Fig. 2.50. Efectul de spirala al suflului elicei

In cazul aratat mai sus, din cauza rotirii elicei in sensul acelor de ceasornic, suflul elicei ia contact cu ampenajul vertical intr-un unghi din stanga, determinand aparitia unei forte laterale catre dreapta, si, implicit, o schimbare de directie catre stanga.

Efectul de spirala poate fi redus printr-un trimer de directie, linia pe care actioneaza puterea motorului sa fie inclinata usor catre dreapta, sau actionarea usoara a directiei.

2.8.3 Elicea cu pas fix

Dezavantaje

O elice cu pas fix intalneste curentul de aer dintr-o directie determinata de viteza proprie a aeronavei si de turatia motorului. Cum arata fig. 2.47, o crestere a vitezei (creste vectorul TAS) determina o scadere a unghiului de atac al palei. De asemenea, o crestere a turatiei (creste vectorul RPM) determina o marire a unghiului de atac.

Eficienta acestui tip de elice

La o viteza de inaintare mare (de exemplu, intr-un picaj fara putere), unghiul de atac al palei se reduce la zero si apare supraturarea motorului, in timp ce la viteza mica si turatie mare (de exemplu, intr-o urcare) unghiul de atac al palei este mare si apare posibilitatea angajarii palei.

Ambele extreme sunt, evident, ineficiente. O elice cu pas fix va functiona eficient la o anumita combinatie de viteza (TAS) si turatie (RPM), ceea ce determina un unghi de atac al palei eficient. Aceasta limitare este un dezavantaj major al elicei cu pas fix, eficienta maxima a acestui tip de elice fiind in zona de 70%.

2.8.4 Elicea cu pas variabil

La o aeronava echipata cu o elice cu pas fix, pilotul are la indemana o singura metoda de a mari sau scadea puterea motorului, prin variatia turatiei motorului. In cazul unei elici cu pas variabil, atat turatia motorului cat si unghiul de atac al elicei pot sa varieze pentru a controla puterea motorului. Exista diferite tipuri de elici cu pas variabil.

Elicea cu pas reglabil la sol

La acest tip de elice, pasul se regleaza la sol, prin repozitionarea palelor in butuc. In zbor, acestea se comporta ca elicit cu pasul fix.

Elicea de tip viteza constanta

Aeronavele moderne au elici care sunt controlate automat pentru a varia pasul cu scopul de a mentine o turatie anume selectata. Mecanismul de control este regulatorul de ture. O elice de tip viteza constanta are avantajul unei

eficiente ridicate pentru o raza mai mare de viteze, obtinandu-se, astfel, performante ridicate la decolare si urcare, precum si consum redus de combustibil.

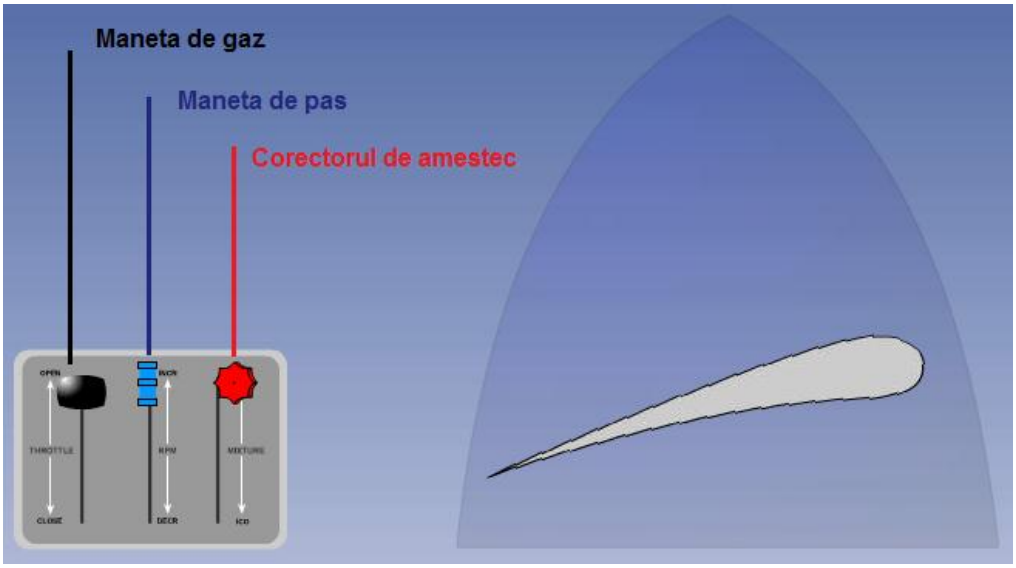


Fig. 2.51. Controlul motorului si al elicei

Fig. 2.51 ilustraza controlul motorului intr-o dotare standard cu elice de tip viteza constanta. Maneta de gaz, maneta de pas si controlul amestecului (etuforul) sunt prezentate in pozitia de decolare (maxim in fata).

La oricare setare a manetei de gaze, marirea pasului elicei prin actionarea manetei de pas (catre in spate) va descreste turatia. Actionarea catre in fata a manetei de pas va miscora pasul elicei si va creste turatia.

O analogie comparabila este asemanarea manetei de pas cu o cutie de viteze cu multiple pozitii. Actionarea catre in fata (cresterea turatiei) reprezinta viteza 1, in timp ce actionarea catre in spate (micsorarea turatiei) reprezinta viteza a 5-a.

La viteze mici (de exemplu, la inceputul rulajului pentru decolare), unghiul palei trebuie sa fie mic (pasul este mic) pentru ca unghiul de atac sa fie optim. De aceea, turatia este setata pe maxim si viteza este mica.

In timp ce aeronava accelereaza, viteza va creste, determinand o scadere a unghiului de atac al palei. Puterea motorului si cuplul vor scadea. Dat fiind ca motorul trebuie sa invinga o rezistenta mai mica, turatia va tinde sa creasca. Regulatorul de ture sesizeaza cresterea turatiei si va mari pasul palei pentru a mentine unghiul de atac al palei constant pe masura ce aeronava accelereaza.

Pentru zborul de croaziera, maneta de gaz si maneta de pas nu mai sunt la maxim in fata. Setarea optima a turatiei si a presiunii la admisie (setarea manetei de gaze) pentru zborul de croaziera sunt descrise in manualul de zbor al aeronavei. Procedura recomandata de trecere de la regimul de urcare la regimul de croaziera este de a reduce intai maneta de pas (turatia motorului) si apoi maneta de gaze (presiunea de admisie).

Din momentul in care regimul de croaziera a fost setat, regulatorul de ture va ajusta pasul elicei pentru a mentine turatia selectata, indiferent de celelalte conditii de zbor, pana cand pilotul selecteaza o turatie diferita.

Daca pilotul incepe o coborare usoara, incarcarea pe elice va scadea, iar turatia va incepe sa creasca. Regulatorul de ture va sesiza aceasta tendinta si va mari pasul palei pentru a micsora turatia la valoarea selectata de pilot.

Daca pilotul initiaza o urcare usoara se intampla exact invers. Incarcarea pe elice creste iar turatia va incepe sa scada. Regulatorul de ture va sesiza aceasta variatie si va micsora pasul elicei pentru a mentine turatia setata.

Pagina lasata goala

CAPITOLUL 3.

3 Sistemele aeronavei

3.1 Sistemul electric

Majoritatea aeronavelor necesita un sistem electric pentru a opera: luminile din cabina, luminile de aterizare, luminile instrumentelor, demarorul, flapsurile electrice, radioul, transponderul, sistemul de navigatie, trenul de aterizare electric retractabil, si asa mai departe.

Manualul de operare al aeronavei va contine informatii despre sistemul electric propriu avionului dumneavostra. Un avion modern tipic are un sistem electric de curent continuu (DC). Curentul este produs de un alternator cand motorul este pornit, sau de la o baterie sau sursa de energie electrica cand motorul este oprit.

3.1.1 Curentul continuu si curentul alternativ

Majoritatea aeronavelor folosesc curentul continuu pentru functionarea sistemelor electrice. Termenul de curent continuu determina faptul ca electronii circula intr-o singura directie.

Intr-un curent alternativ, electronii oscileaza in jurul unui punct principal. Orice miscare a electronilor va genera energie electrica. Desi curentul alternativ este folosit la aeronavele usoare numai pentru generarea puterii, este mult mai des folosit decat curentul continuu la aeronavele comerciale, unde instalatii puternice, fiabile si eficiente sunt necesare.

Puterea curentului ce trece printr-un conductor, asa cum este un cablu electric, este masurat in Amperi, de un instrument numit Ampermetru.

“Diferenta de presiune” necesara pentru a pune in miscare electronii de-a lungul unui conductor se numeste voltaj, masurat in Volti, de un Voltmetru.

Voltajul poate fi generat in mai multe feluri. La aeronavele usoare, sursa principala de voltaj este generatorul sau alternatorul, bateria fiind numai de rezerva. Bateria poate sustine sistemele esentiale ale aeronavei timp de 30 de minute in cazul unei cedari a alternatorului sau generatorului.

3.1.2 Bara colectoare

Bara colectoare este centrul de distributie al sistemului electric. Este o bara de metal care permite curentului electric sa fie distribuit diferitelor circuite electrice sau unitati.

Energia electrica este distruibita catre bara colectoare printr-un alternator (generator) si o baterie, iar de la bara colectoare catre circuite si componente electrice care necesita energie.

3.1.3 Bateria

Bateria ofera energia electrica initiala pentru a porni motorul si o sursa de rezerva de energie electrica pentru folosirea de urgenta.

Majoritatea avioanelor usoare au o baterie cu acid care creeaza curent electric (amperi) printr-o relatie chimica intre placile principale introduse in acid sulfuric slab care actioneaza ca un electrolit. Pentru a preveni coroziunea de la vreo scurgere de acid, bateria este de obicei localizata in propriul sau compartiment. Bateria trebuie sa fie ventilata pentru a elimina hidrogenul si oxigenul format cand aceasta este incarcata.

Bateriiile sunt clasificate in functie de voltajul de-a lungul terminalelor – de obicei 12 sau 24 volti - si capacitatea lor de a oferi curent pentru o anumita perioada de timp (amperi/ora – Ah).

O baterie de 30Ah este capabila sa ofere constant curent de 1 amper pentru 30 ore (sau 6 amperi pentru 5 ore). Daca energia sa electrica este epuizata, de exemplu prin pornirea motorului, bateria are nevoie sa fie reincarcata. Aceasta are loc, de obicei, dupa ce motorul porneste cand absoarbe energie produsa de alternator. Cea mai mare scurgere de curent din baterie are loc in timpul pornirii, cand ofera energie electrica motorului de ponire – asa ca cea mai mare rata de reincarcare a bateriei va avea loc in mod normal imediat dupa pornirea motorului.

Conectarea a doua baterii de 12 volti 40Ah in paralel este echivalenta cu o singura baterie de 12 volti capabila de a alimenta (2*40) = 80Ah.

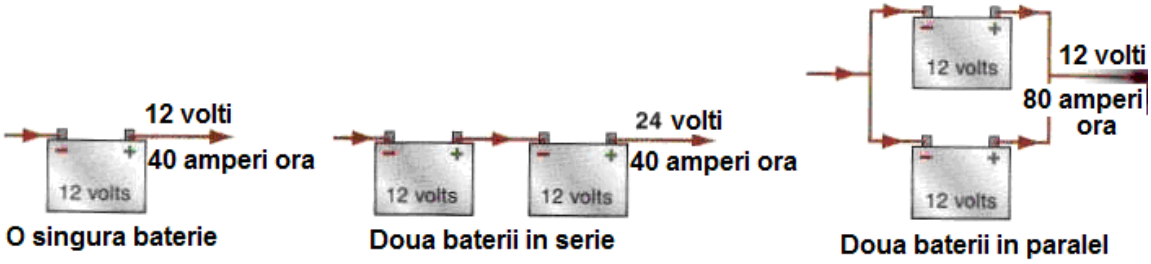


Fig 3.1. Baterii conectate in serie si in paralel

Utilitatea bateriei poate fi verificata prin:

a) testarea aciditatii lichidului electrolit folosind un hidrometru.
b) verificarea faptului ca isi mentine voltajul sub incarcare.
c) verificarea faptului ca lichidul acopera placile. Daca nivelul fluidului este foarte jos sub nivelul varfului placilor, bateria nu isi va pastra incarcarea completa pentru foarte mult timp, si ampermetrul va indica o rata ridicata de incarcare in zbor.

d) scurgerile, conexiunile si securitatea bateriei ar trebui de asemenea verificate. Aceasta are loc in cadrul programului normal de intretinere de catre ingineri.

Nu plecati la zbor cu o baterie descarcata – rezultatul ar putea fi lipsa energiei electrice in timpul zborului. Daca bateria este descarcata, inlocuiti-o sau reincarcati-o inaintea zborului.

Nu porniti motorul cu radioul sau alte echipamenete electrice pornite. Fluctuatii mari de voltaj cand starterul este ocupat pot dauna sever circuitelor electrice sensibile. Porniti acest echipament electric auxiliar dupa ce motorul este pornit, si dupa ce ati verificat ca alternatorul incarca bateria. Pentru acelesi motive, opriti echipamentul electric auxiliar inainte de a opri motorul.

3.1.4 Alternatorul si generatorul

Alternatoarele si generatoarele produc energia electrica necesara pentru a incarca bateria si pentru functionarea echipamentului electric al aeronavei. Simplu spus, in timp ce generatorul produce curent continuu, alternatorul produce curent alternativ si, prin blocul de diode, schimba curentul alternativ in curent continuu, care apoi alimenteaza circuitul.

In timp ce un generator are nevoie ca motorul sa mearga la jumatate din turatia maxima ca sa genereze curent la paramentrii maximi, un alternator poate genera aproximativ maximul de putere chiar si la ralanti.

Atunci cand motorul este in functiune, alternatorul produce curent electric pentru a incarca bateria si pentru a opera sistemele aeronavei. Anumite tipuri de aeronave au generator, in loc de alternator. Din punctul de vedere al pilotului, circuitele de control ale generatorului si alternatorului sunt foarte asemanatoare, singura diferenta notabila fiind ca circuitul unui alternator include un bloc de diode. Acest bloc de diode schimba curentul alternativ in curent continuu, o procedura care nu este necesara in cazul unui generator, deoarece acesta produce curent continuu.

In plus fata de furnizarea energiei pentru echipamentul electric, o functie importanta a alternatorului sau generatorului este de a reincarca bateria, asigurindu-se ca este pregatita pentru a fi folosita mai departe. Majoritatea sistemelor elctrice ale avioanelor sunt curent direct de 14 sau 28 volti. Notati ca aceste volatje sunt mai mari decat ale bateriei, pentru a permite bateriei sa fie incarcata complet.

Avantajele unui alternator

Alternatoarele sunt mai usoare decat generatoarele deoarece nu contin electromagneti si nu au dimensiuni la fel de mari. Produc un volatj relativ constant, chiar la turatii scazute si sunt mai usor de intretinut.

Dezavantajul unui alternator

Spre deosebire de un generator, un alternator necesita un curent initial de la baterie pentru a crea un camp magnetic, necesar pentru a “sensibiliza” alternatorul inainte sa poata produce curent electric. De aceea un avion cu alternator trebuie sa aiba o baterie incarcata. Daca elicea se invarte la turatie de demaror sau la turatie de ralanti, alternatorul nu va produce curent daca bateria nu are cel putin un voltaj rezidual. Avantajele unui alternator depasesc totusi acest dezavanataj.

3.1.5 Ampermetrul

Ampermetrul masoara curentul (amperii) catre sau dinspre baterie. Exista doua tipuri diferite de prezentari ale ampermetrelor si trebuie sa intelegeti ce anume va spune instrumentul.

Apermetrul de zero–stanga

Aceasta masoara doar randamentul alternatorului sau generatorului. Este gradat de la zero amperi la capatul stang al scalei, crescand in amperi la capatul drept al scalei – sau poate fi aratat ca un procent al incarcarii alternatorului..

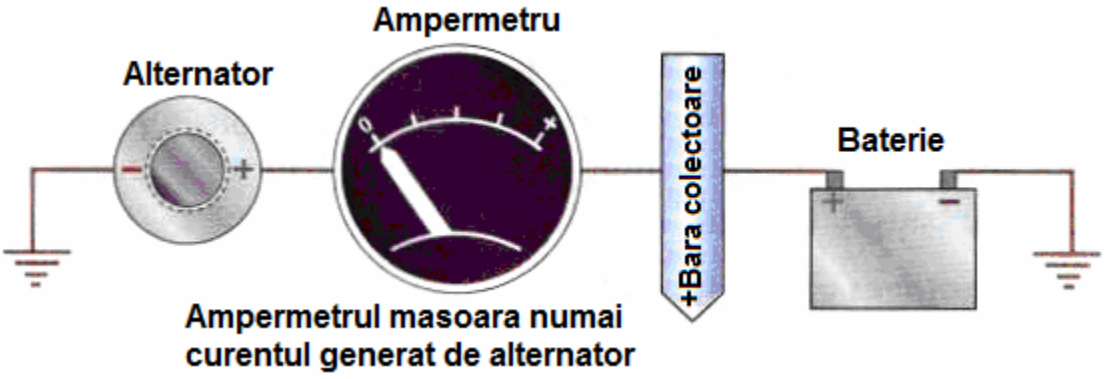


Fig 3.2. Ampermetrul de zero-stanga

Cu bateria functionala si cu motorul oprit, sau cu motorul pornit si cu alternatorul oprit, ampermetrul va arata zero. Daca motorul este pornit si alternatorul pornit de asemenea, ampermetrul va arata incarcarea alternatorului.
In timpul pornirii, bateria descarca energia electrica, astfel ca, imediat dupa pornirea motorului, indicatorul ampermetrului va fi destul de ridicat in timpul reincarcarii initiale a bateriei.

Cand bateria este complet incarcata, si alternatorul functioneaza, ampermetrul ar trebui sa indice o valoare putin peste zero daca toate circuitele electrice sunt inchise. Cand aceste circuite sunt pornite, valoarea indicata de ampermetru va creste.

Daca aceasta valoare scade la zero in timpul zborului, probabil inseamna defectarea alternatorului. Unele sisteme electrice au o lumina de avertizare rosie care se aprinde ca in cazul in care alternatorul nu mai ofera energie electrica. Trebuie cunoscute procedurile insuficientei electrice din manualul de operare al aeronavei; exista posibilitatea restabilirii energiei electrice.

In cazul unei asemenea defectiuni este bine ca incarcarea electrica sa fie redusa la minim, deoarece numai bateria mai poate oferi energie electrica. Este necesara aterizarea cat mai curand posibil si corectarea problemei.

Ampermetrul de centru-zero

Acesta masoara curgerea curentului catre si dinspre baterie.

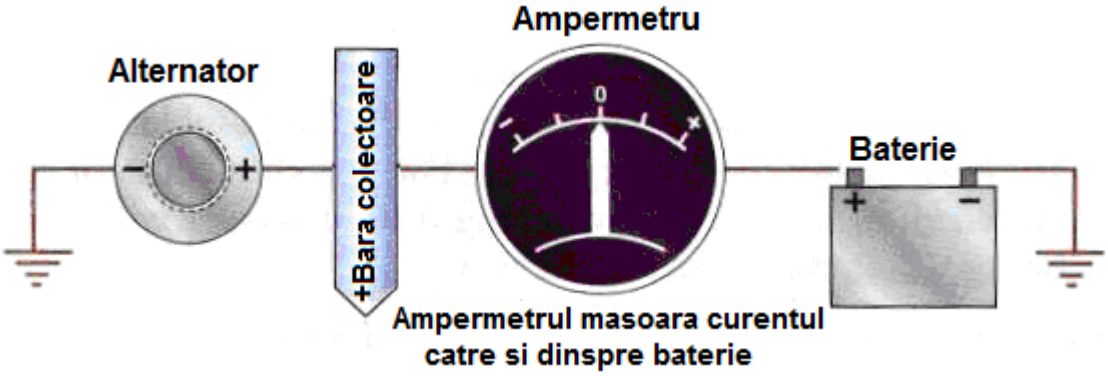


Fig 3.3. Ampermetrul de centru-zero

In cazul in care acul ampermetrului de centru-zero sta centrat sau putin deviat dreapta indica faptul ca bateria este incarcata si sistemul functioneaza normal.

Fig. 3.4. Ampermetru Aerostar Festival

Ampermetrul de centru-zero indica o defectare a alternatorului cand acul indicator indica o descarcare (acul este plasat in partea stanga a scalei).

Daca acul indicator trece putin in partea negativa a scalei pentru o anumita perioada de timp, alternatorul este incapabil sa sustina toate sarcinile cat si incarcarea bateriei in acelasi timp. In aceasta situatie, anumite echipamente electrice trebuie oprite, altminteri bateria va fi complet descarcata.

3.1.6 Contactul general

Contactul general (sau pornirea bateriei/pornirea alternatorului) controleaza toate sistemnele electrice ale avionului, cu o exceptie importanta – sistemul de combustie, care primeste energie electrica direct de la inductor. (acest aspect nu este complet adevarat daca avionul are un ceas electric, care va consuma doar o cantitate mica de energie).

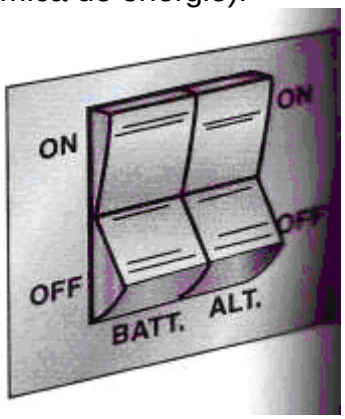


Fig 3.5. Contact general

Contactul general trebuie sa fie pornit pentru ca oricare alt sistem electric sa primeasca energie, sau pentru ca bateria sa fie reincarcata cand motorul este pornit. Ar trebui inchis dupa ce opriti motorul, pentru a evita ca bateria sa se descarce prin sistemele conectate la ea.

La avioanele care au alternator, contactul general este impartit (cu doua jumatati care pot fi aprinse si oprite separat). O jumatate opereaza pornirea bateriei (sau releu principal pentru sistemele electrice), care conecteaza energia bateriei de bara colectoare (punctul de distributie electrica). Cealalta jumatate opereaza pornirea alternatorului, pentru a energiza alternatorul. Conecteaza campul alternatorului de bara colectoare, oferind astfel alternatorului energie de la baterie perntru sensibilizarea campului.

Ambele circuite trebuie pornite pentru a opera sistemul electric in mod normal. Daca oricare circuit este oprit in timpul zborului, atunci trebuie sa luati in considerare eventualitatea unei aterizari de urgenta.

3.1.7 Alarme, disjunctoare si sigurante

Acestea au rolul de a proteja echipamentul de orice supraincaracre cu curent electric. Daca are loc o supraincarcare electrica sau un scurt-circuit, o siguranta se va topi sau un disjunctor va sari si va intrerupe circuitul astfel incat sa nu mai poata trece curent prin el. Poate preveni circuitul de la supraincalzire, de la a scoate fum sau de la a lua foc. Este un procedeu normal (daca nu simtiti vreun miros sau un alt semn de ardere sau suparaincalzire) pentru a reseta un disjunctor doar o data, impingindu-l inapoi sau resetandu-l. Daca acesta iese din nou puteti fi sigur ca este o problema electrica si nu ar trebui resetat a doua oara. In mod similar o siguranta nu ar trebui inlocuita mai mult de o data (verificand mai intai incarcarea corecta a firului inlocuitor). Sigurante de rezerva de tipul corect ar trebui sa fie disponibile in cabina. Nu inlocuiti o siguranta oxidata cu una cu mai multe grade (de exemplu 15 amp este o gradare mai mare decat 5 amp) deoarece aceasta poate permite curentului excesiv sa treaca prin circuitul electric pe care se presupune ca il protejeaza. Ar putea aparea un foc electric.

Intrerupatoarele supraincarcate se vor opri singure de la incarcatura electrica. Le puteti reconecta ca pe un intrerupator de circuit resetabil. Unele carti despre avioane recomanda o intarziere de un minut sau doua inainte de resetare pentru a permite racirea circuitului posibil supraincarcat. Daca detectati foc, fum sau miros de ars, este de sfatuit sa fiti precaut. Nu este bine sa resetati disjunctorul sau sa inlocuiti siguranta in astfel de cazuri.

3.1.8 Releele

Un releu este un mecanism intr-un circuit electric care poate fi activat printr-un curent sau tensiune pentru a produce o schimbare in conditia electrica a acelui circuit electric.

In loc sa se foloseasca un circuit de amperaj mare, care are pierderi mari de curent si, implicit, o greutate mai mare din cauza cablurilor folosite pentru a compensa aceste pierderi, se foloseste, de obicei, un circuit de curent cu un amperaj scazut pentru a activa un releu ce comanda mai departe electromotorul printr-un circuit de amperaj mare, dar mult mai scurt.

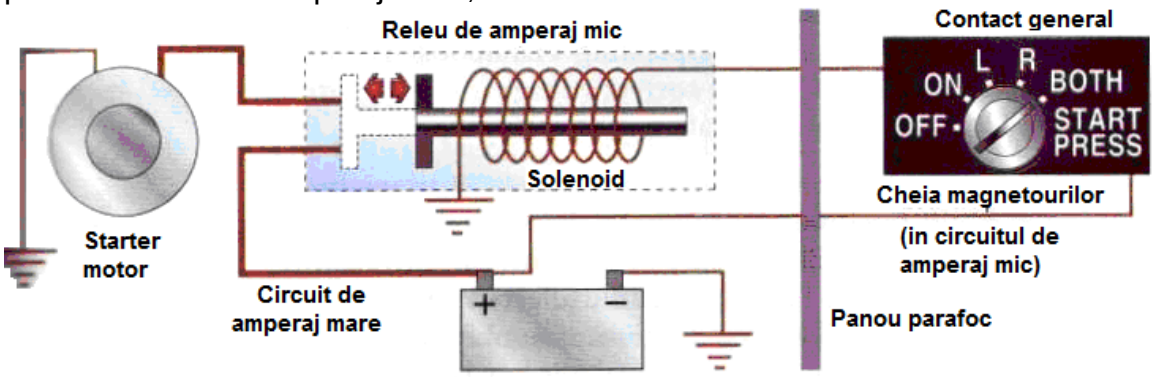


Fig 3.6. Circuitul releului de amperaj mic activeaza circuitul starterului de amperaj mare

Un releu este de obicei operat pe principiul solenoidului. Un solenoid este o bara de metal sau o tija cu un filament dublu spiralat in jurul sau. Daca prin aceasta bobina trece curent, se stabileste un camp magnetic care poate misca tija de metal, si apoi exercita o sarcina mecanica, cum ar fi intreruperea unui contact in circuitul electric. Un releu tipic consta intr-un contact tinut deschis intrerupand astfel un circuit electric. In jurul axului releului se afla un filament dublu spiralat. Daca un curent este facut sa treaca prin acest filament, un camp magnetic este creat care va misca releul in pozita inchis, completind astfel circuitul si permitind curentului sa treaca prin el.

Curentul care activeaza releul este intr-un circuit complet diferit de releu.

Ocazional un releu va ramane pornit chiar in cazul in care curentul care il activeaza a fost inlaturat. Multe startere electrice au o lumina de avertizare rosie care va sta aprinsa pentru a-l avertiza pe pilot de releul de pornire care sta in continuare conectat, si ca starterul motorului inca functioneaza desi starterul a fost inchis.

3.1.9 Sursa externa de energie

Avioanele usoare mai sofisticate sau avioanele mai mari au o priza pentru a conecta o sursa de energie electrica potrivita la sistemul electric al avionului – fie pentru a asigura energie de la sol pentru o perioada mai mare, cand motorul sau motoarele nu functioneaza, sau pentru a pastra bateria avionului in timpul pornirii motorului.

La unele tipuri de avioane, cu o baterie inutilizabila, sursa de energie externa poate fi bransata dar nu se va conecta la sistemul electric al avionului – putin curent de la baterie este necesar pentru a opera releul care conecteaza energia externa bransata in circuitul avionului. Exista alte sisteme care opereaza diferit de acesta, asa ca verificati in manualul de operare al pilotului. Asigurati-va ca aveti o unitate de energie impamantata sau ca este folosit voltajul corect. (Daca puneti o unitate de 28V intr-un avion cu sistem electric de 12 volti va dauna radiourilor si electricelor).

3.1.10 Defecte electrice

O supraincarcare electrica va cauza in mod normal ca o siguranta sa se topeasca sau disjunctor sa sara. Acesta protejeaza circuitul afectat. Asteptati doua minute sa se raceasca si, daca nu este nici un indiciu de fum, foc, sau miros de ars, inlocuiti siguranta sau resetati disjunctorul – resetati-l doar o data. Nu resetati si a doua oara.

Ampermetrul ar trebui verificat cand motorul este pornit pentru a va asigura ca alternatorul ofera suficient curent (amperi) pentru sistemele electrice si pentru a reincarca bateria. Ampermetrul indica de obicei rata la care curentul curge in baterie si o reincarca.

Cu motorul pornit, ampermetrul poate indica doua probleme:

a) curent insuficient pentru a incarca bateria.
b) prea mult curent

Cu insuficient curent de la alternator, sau fara curent, sistemele elctrice activate ar trebui reduse la minim pentru a pastra bateria, si ar trebui sa va ganditi sa aterizati cat mai curand. Majoritatea bateriilor nu pot sustine toate serviciile elctrice pentru o perioada lunga.

Cu prea mult curent si cu o rata de incarcare excesiva, bateria se poate supraincalzi si electrolitii (care pot fi acid sulfuric) incep sa se evapore, daunand probabil bateriei. Daca motivul curentului in exces este un regulator gresit de tensiune, echipamente precum radioul ar putea fi afectate. Majoritatea avioanelor au un senzor de supravoltaj care, in aceste circumstante, ar inchide automat alternatorul si ar ilumina cabina cu lumina rosie pentru a alerta pilotul.

Nota: Operatiunile cu un sistem electric cu alternator si o baterie incarcata partial nu sunt recomandate pentru motivele de mai sus.

Daca alternatorul se defecteaza (lucru sesizat in majoritatea avioanelor fie prin indicatia ampermetrului care scade la zero sau printr-o lumina de avertizare rosie), bateria va functiona ca o sursa de urgenta pentru energia electrica. Pentru a mari perioada pentru care bateria poate oferi energie in urma defectarii alternatorului, incarcatura electrica ar trebui redusa. Acest lucru poate fi facut prin oprirea sistemelor auxiliare precum luminarea si radiourile. Ar trebui sa va ganditi la terminarea zborului la un aerodrom din apropiere adecvat cat timp inca exista energie electrica.

3.1.11 Sisteme electrice tipice

Manualul de operare al pilotului pentru fiecare avion va contine o diagrama a sistemului sau electric si a sistemelor carora le este asigurata energia electrica. Aranjamentul variaza foarte mult intre avioane, dar anumite sisteme importante care ar putea primi energie de la un sistem electric includ:

a) unele sau toate instrumentele giroscopice de zbor (indicatorul de viraj si glisada, giroorizontul si indicatorul de directie). Instrumentele statice ale pilotului (altimetru, vitezometru, variometru) nu au energie electrica.
b) sistemul de pornire
c) luminile de aterizare, semnalele luminoase, bliturile electronice, iluminatul cabinei, luminile instrumentelor
d) radiouri.

Verificati diagrama sistemului electric pentru avionul dumneavoastra.

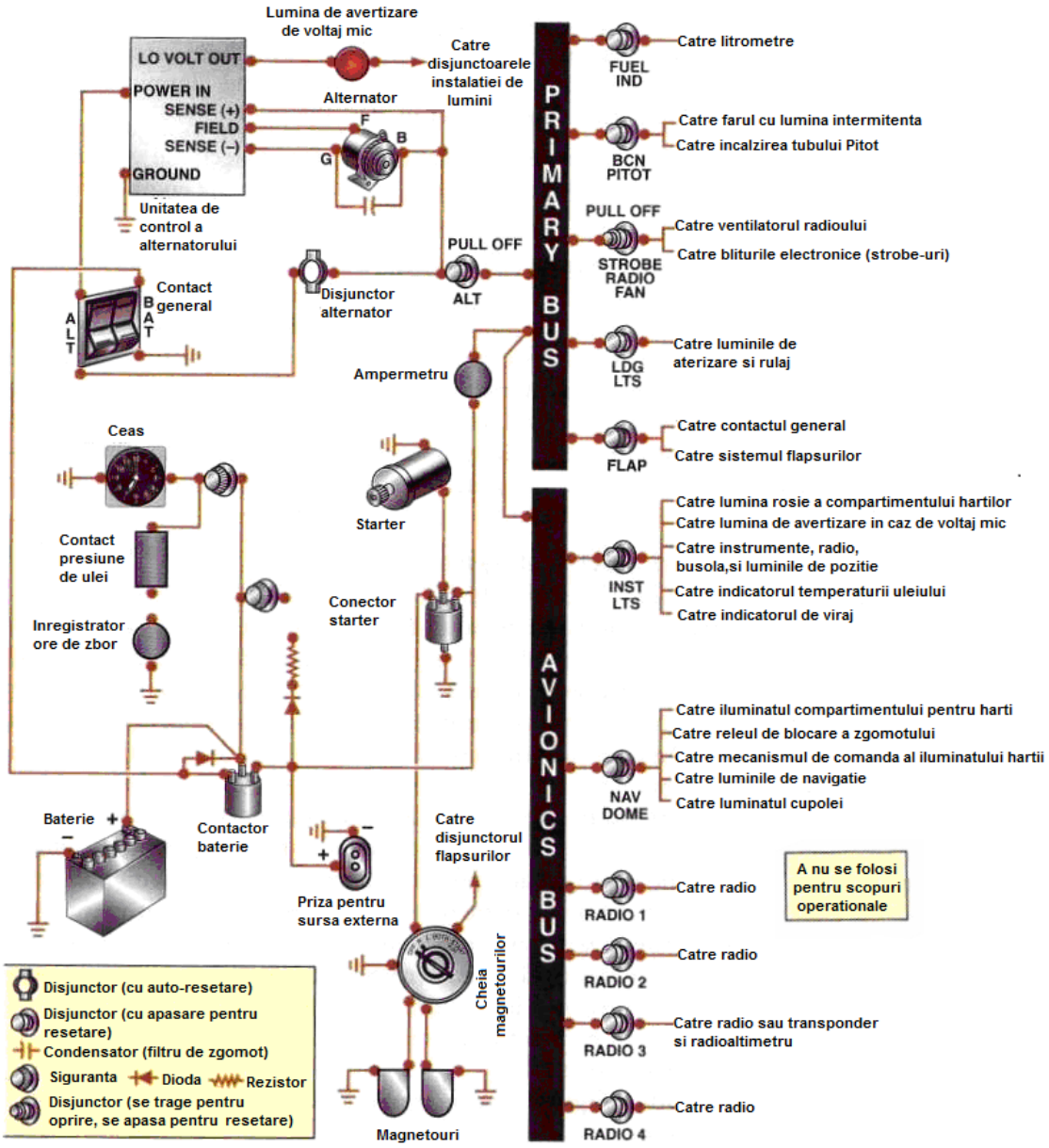


Fig 3.7. Sistemul electric al unei aeronave

3.2 Sistemul de vacuum

Giroscoapele din instrumentele de zbor pot fi actionate electric sau printr-un flux de aer de mare viteza, directionat catre cupele de pe perimetrul rotorului. Sistemul de vacuum (care canalizeaza acest flux de aer de mare viteza in instrumenetele giro si pe rotoarele giro, facindu-le sa se roteasca foarte repede) este explicat in cele ce urmeaza.

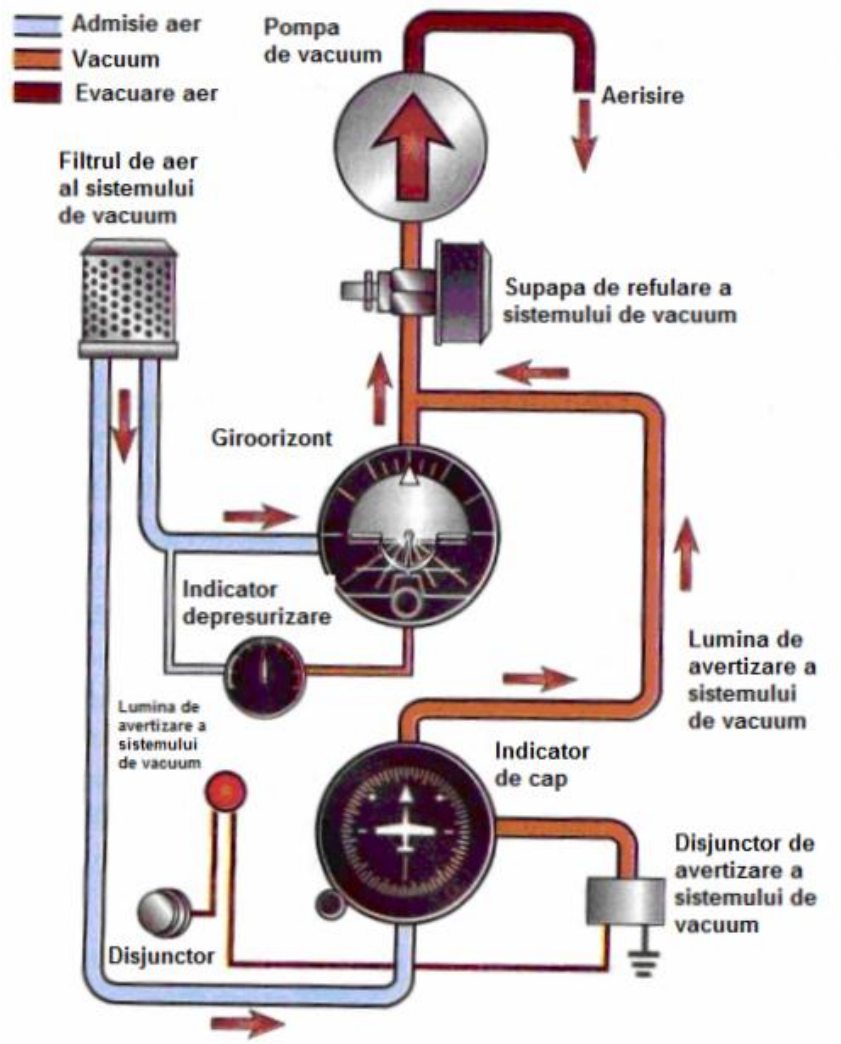


Fig 3.8. Sistemul de vacuum

3.2.1 Pompa de evacuare

Majoritatea sistemelor de vacuum moderne folosesc o pompa de aspiratie dirijata de motor. Aceasta evacueaza aerul din carcasele instrumentelor determinate giroscopic, creand un “vacuum” (presiune scazuta).

Absorbtia necesara este de 3 pana la 5 inci coloana de mercur (adica o presiune cu 3 pana la 5 inci de mercur mai scazuta decat presiunea atmosferica), indicata in cabina intr-un calibru de absorbtie. Aerul filtrat este tras incontinuu la viteza mare printr-o duza directionata la racordurile giro, facand ca aceste giroscoape sa se roteasca la rpm ridicata, adesea peste 20.000 rpm. Aerul este absorbit incontinuu de pompa de absorbtie si eliberat in atmosfera.

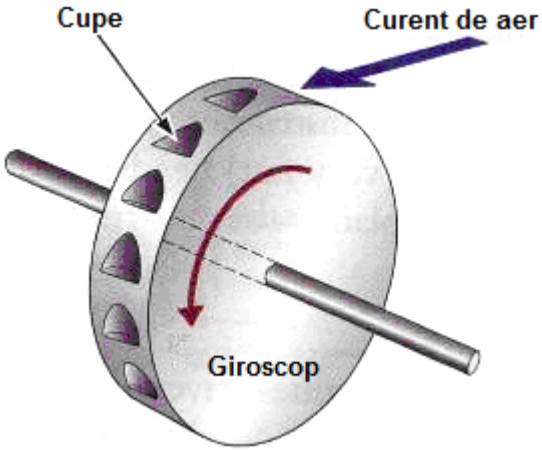


Fig 3.9. Cupele giroscopului

Giroscoapele de "carcasa"

Cand aceste instrumente giro nu sunt folosite, ar trebui normal sa fie puse in carcasa (daca sunt furnizate) adica inchise intr-o pozitie fixa. Acest lucru este de asemenea recomandat in Manualul de operare al aeronavei la unele avioane cand se executa anumite manevre aviatice (giroorizontul trebuie blocat la zborurile acrobatice).

3.2.2 Defectiuni ale sistemului de vacuum

Filtrul de aer blocat. Daca filtrul de aer se blocheaza, sau sistemul de vacuum se strica, curentul de aer redus poate permite giroscoapelor sa scada rotatia treptat, si instrumentele care functioneaza cu aer vor indica incorect sau vor raspunde cu intarziere.

Insuficienta pompei de evacuare. Aceasta va fi indicata de o citire zero a indicatorului de absorbtie. Cu putin noroc, giroscoapele pot avea suficienta viteza sa permita instrumentelor o citire corecta pentru un minut sau doua inainte ca aceste instrumente sa epuizeze energia.

Vacuum in exces. Daca presiunea de golire este prea mare, rotoarele giro se pot roti prea repede si pot suferi daune mecanice. Pentru a preveni acest lucru, o supapa de golire in sistem va admite aerul din atmosfera pentru a reduce absorbtia excesiva.

Unele avioane (indeosebi cele mai vechi) au sistemul de vacuum operat printr-un tub venturi in afara ramei aerului. Cand aerul curge prin tub si viteza acestuia creste datorita formei tubului, presiunea statica scade (principiul lui Bernoulli). Acesta zona de presiune scazuta, daca este conectata cu carcasele instrumentelor giro, va face ca aerul sa fie tras printr-un filtru intern si sa roteasca giroscoapele, ca in sistemul condus de motor.

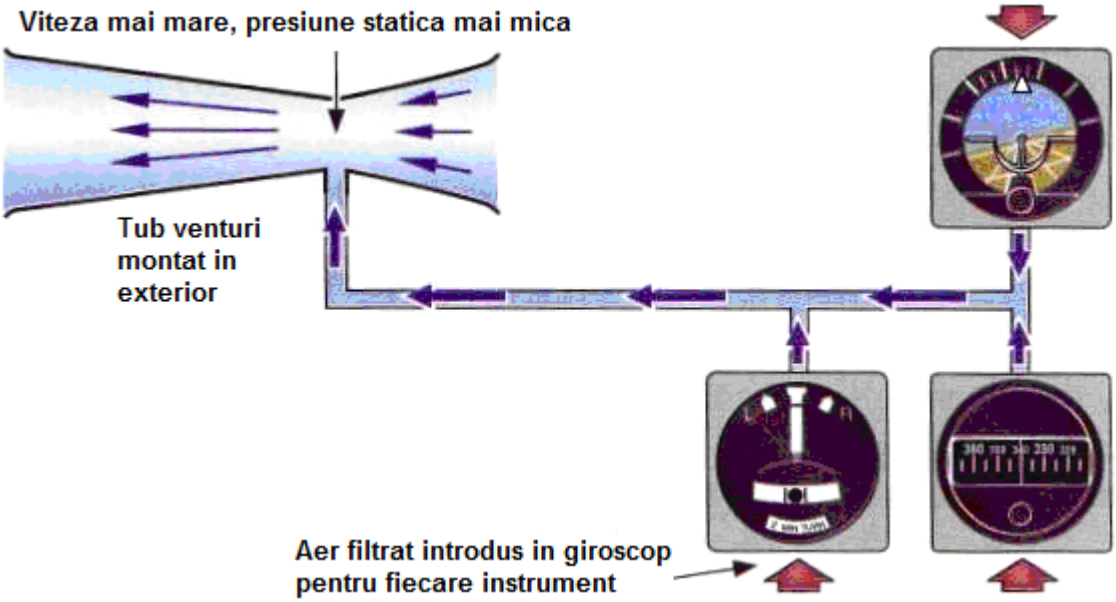


Fig 3.10. Curentul de aer care trece printr-un tub venturi poate crea suctiune si astfel sa alimenteze sistemul de vacuum

Inainte ca sistemul de vacuum generat de venturi sa poata lucra, trebuie sa existe un curent de aer adecvat prin tubul venturi. Acesta este creat in mod normal prin miscarea avionului prin aer, un curent de aer suficient este creat la vitezele de zbor. Pot exista cateva minute dupa decolare inainte ca giroscoapele sa se rotesca destul de repede astfel incat indiciile instrumentelor sa fie credibile.

Acesta este un dezavantaj semnificativ prin comparatie cu sistemul generat de motor. Alte dezavantaje sunt franarea crescuta generata de tubul venturi montat in exterior, si posibilitatea sa fie afectat de gheata (ca un carburator).

Pagina lasata goala

CAPITOLUL 4.

4 Instrumentele aeronavei

4.1 Sistemul static Pitot

Instrumentele de zbor ale avionului fac parte din 4 categorii:
a) instrumente de presiune – care folosesc variatii in presiunea aerului;
b) instrumente giroscopice – ce utilizeaza proprietatile inertiei giroscopice;
c) instrumente magnetice – ce folosesc campul magnetic al pamantului.
d) instrumentele pentru monitorizarea grupului motopropulsor

Instrumentele principale de zbor ce informeaza pilotul despre viteza aerului (vitezometrul), altitudinea (altimetrul) si rata de schimb a altitudinii (variometrul) sunt instrumente de presiune.

Exista doua aspecte ale vitezei aerului ce trebuie luate in considerare – presiunea statica si cea dinamica.

4.1.1 Presiunea statica

La orice punct in atmosfera, presiunea statica este exercitata in mod egal in toate directiile. Este rezultatul greutatii tuturor moleculelor ce compun aerul deasupra acelui punct, apasand in jos. Asa cum sugereaza si numele sau, presiunea statica nu presupune miscarea relativa a aerului. Presiunea statica este masurata pe suprafata unui avion cu ajutorul unei supape statice.

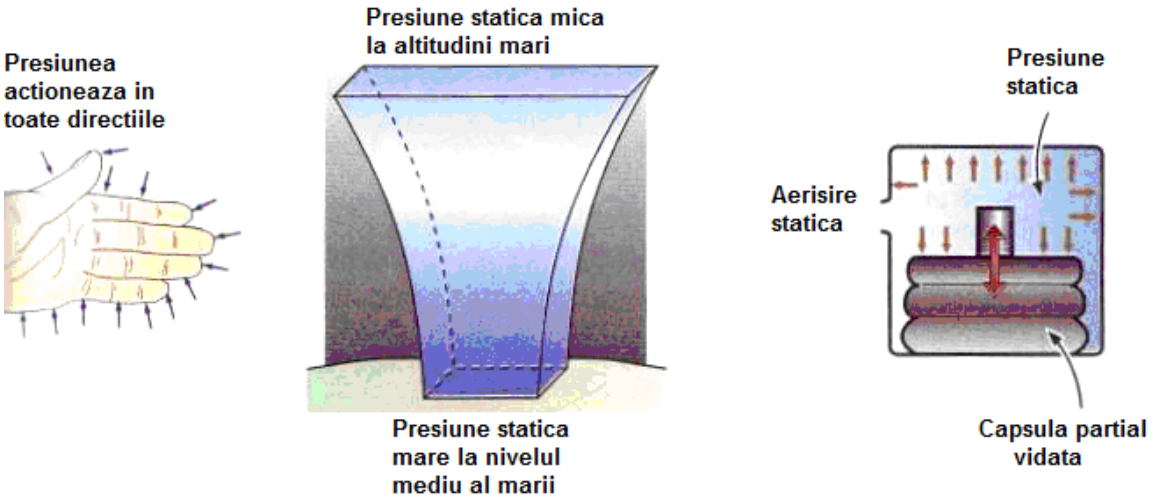
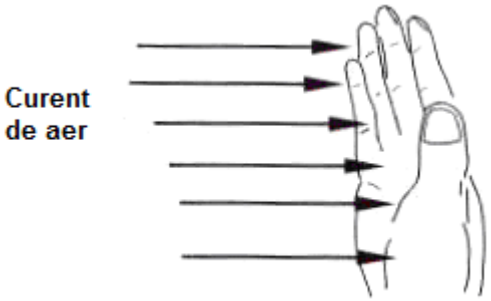

Presiunea actioneaza in toate directiile
Presiune statica mica la altitudini mari
Presiune statica mare la nivelul mediu al marii
Presiune statica
Aerisire statica
Capsula partial vidata

Fig. 4.1. Presiunea statica

4.1.2 Presiunea dinamica

Daca tineti mana dreapta contra vantului puternic sau in afara ferestrei aflandu-va intr-o masina in miscare, atunci se simte o presiune in plus datorita vantului care loveste mana dumneavoastra. Aceasta presiune in plus se numeste presiune dinamica sau presiune datorata miscarii relative. Este simtita de corpul ce se misca in raport cu aerul, adica ar putea sa se miste prin aer sau aerul ar putea sa curga pe langa acesta.

Cat de puternica poate fi aceasta presiune dinamica depinde de doi factori



:

Fig. 4.2. Presiunea dinamica

a) Viteza corpului in raport cu aerul. Cu cat masina circula mai repede sau cu cat vantul sufla mai tare, cu atat presiunea dinamica in plus pe care o simtiti pe mana este mai puternica. Acest lucru se intampla din cauza faptului ca mana este lovita de mai multe molecule de aer pe secunda

b) Densitatea aerului. In cosmos, oricat de repede ati calatori, nu veti simti aceasta presiune dinamica pentru ca practic nu sunt molecule care sa loveasca.

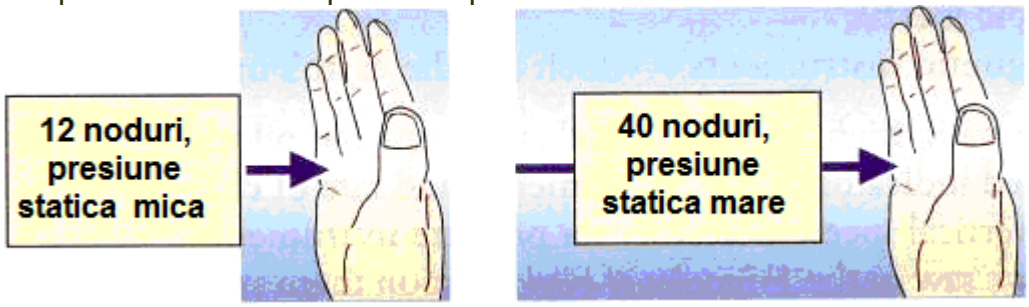


Fig. 4.3. Presiunea dinamica creste cu viteza

La nivelul marii, acolo unde atmosfera este cea mai densa, mana dumneavoastră ar fi lovită de multe molecule pe secundă, cu sigurantă mult mai multe decat cele din zonele superioare ale atmosferei. Deci, chiar dacă ati călători cu aceeasi viteză veti simti o presiune dinamică mult mai joasă in regiunile mai inalte si mai putin dense ale atmosferei.

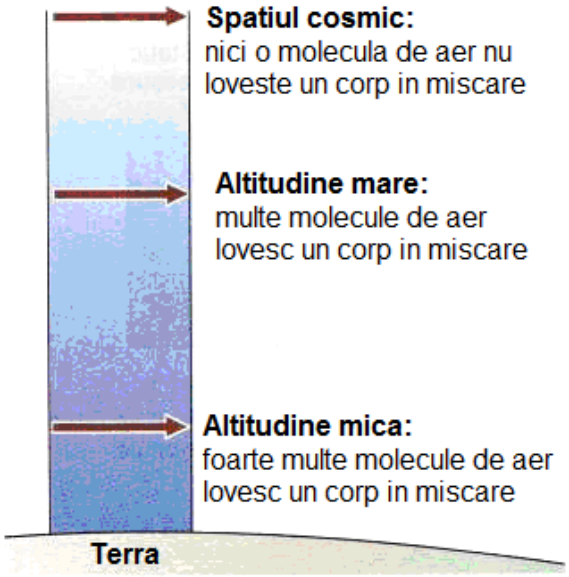

Spatiul cosmic:
nici o molecula de aer nu loveste un corp in miscare
Altitudine mare:
multe molecule de aer lovesc un corp in miscare
Altitudine mica:
foarte multe molecule de aer lovesc un corp in miscare
Terra

Fig. 4.4. Presiunea dinamica depinde de densitatea aerului

La altitudini mari, ati simti o presiune dinamică mai mică decat la altitudini mai joase, unde atmosfera este mai densă, chiar dacă vă deplasati prin aer cu aceeasi viteză. Măsura presiunii dinamice se scrie:

Formula presiunii dinamice este:

$$Pd = \frac{1}{2} \rho V^2, \text{ unde}$$

Pd – presiunea dinamica,

ρ - densitatea aerului, ce scade odată cu altitudinea,

V - viteza corpului in raport cu aerul

Nu contează dacă corpul se misca prin aer sau dacă aerul trece pe langă corp, ori o combinatie intre amandouă – atata timp cat se miscă proportional una cu cealaltă va exista presiune dinamică).

Presiunea dinamică variază in mod direct cu V^2.

4.1.3 Presiunea totala

In atmosferă, intotdeauna este exercitată presiune statică, intr-o anumită măsură, dar pentru ca presiunea dinamică să fie exercitată, trebuie să existe o miscare a corpului in raport cu aerul. Presiunea totală este compusă din presiune statică plus presiune dinamică.

Notă: Presiunea totală se mai numeste si presiune pitot, presiune ram sau presiune de impact.

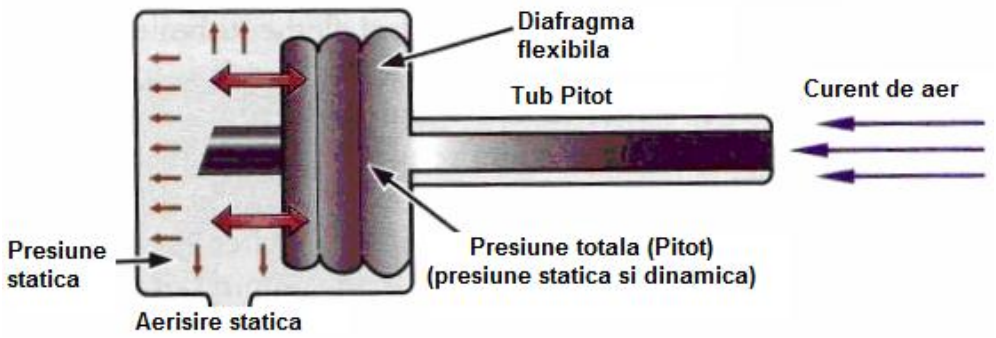


Fig. 4.5. Presiunea totala este masurata de un tub Pitot

O mare parte din teoria fluxului aerului a fost analizată de către Daniel Bernoulli si este exprimată ca:

presiunea statică	**+**	**presiunea dinamică**	**=**	**presiunea totală**
măsurată de linia statică (barometru/altimetru)		½ ρ V²		măsurată de tubul pitot

Extragerea presiunii statice din ambele părti:

presiunea dinamică = presiunea totală - presiunea statică

Notă: Vitezometrul, despre care vom discuta pe scurt, indică presiunea dinamică (de ex: diferenta dintre presiunea totală si presiunea statică). Scara vitezometrului măsoară unităti de viteză (noduri, kilometri/ora) mai degrabă decat unităti de presiune.

4.1.4 Sistemul static pitot

Exista trei instrumente de zbor care folosesc măsurarea presiuni:

a) altimetrul relationează presiunea statică cu înăltimea;

b) variometrul relationeaza rata schimbării presiunii statice cu o rată de urcare sau de coborare;

c) vitezometrul indica diferenta dintre presiunea totală (sau pitot) si presiunea statică in raport cu viteza prin aer.

Un tub pitot asigură măsurarea presiunii totale si o aerisire (vent) statica asigură măsurarea presiunii statice. Există două aranjamente obisnuite ale sistemului static – pitot:

a) un cap static – pitot combinat;

b) o priza de presiune totala (posibil pe aripă) si o aerisire statica (sau două) pe partea laterala a fuzelajului.

Tubul pitot trebuie montat pe avion intr-o pozitie in care curgerea aerului nu este perturbată in mare măsură; deseori mai departe de sau sub sectiunea

exterioară a unei aripi. Altfel, sistemul de indicare a vitezei aerului va suferi erori insemnate.

Instalatiile de incălzire a tubului pitot sunt prevăzute ca precautie impotriva givrajului. Acestea sunt elemente electrice construite in cadrul tubului pitot, manipulat de un intrerupător in cabina. Este important ca o instalatie de incălzire pitot să fie inchisă atunci cand avionul nu zboară sau cand ar putea rezulta defectiuni generate de supraincălzire.

Unele aparate de zbor au două aerisiri statice, cate unul pe fiecare parte a fuzelajului, pentru ca măsurarea presiunii statice să fie mai precisă, in special dacă avionul gliseaza (de ex., zborul nu este balansat, aeronava nu este echilibrata pe toate cele trei axe).

Există deseori o sursă statică alternativa, in cabina, in cazul aparitiei ghetii sau unei alte probleme ce ar bloca aerisirile externe. Presiunea cabinei este deseori usor mai mică decat presiunea atmosferica externa si va afecta indicatiile instrumentale, producand usoare erori atunci cand sursa statică alternativa este folosita.

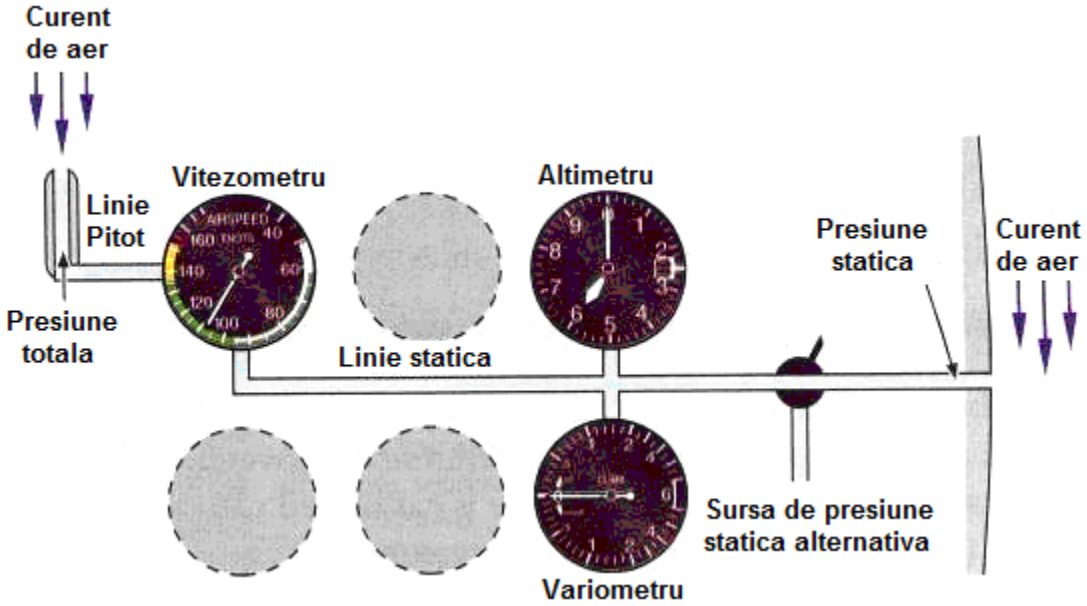


Fig. 4.6. Sistemul Pitot-static

Este vital ca tubul pitot si aerisirea statica să nu se strice sau să nu fie obstructionate, altfel măsurătorile false făcute de instrumentele avionului ar putea perturba siguranta aparatului de zbor. Ele ar trebui verificate cu grijă in decursul inspectiei externe efectuate inainte de zbor. Husa tubului pitot, folosita sa previna acumularea apei sau a insectelor in tub ar trebui indepartata. Nu ar trebui testate suflandu-se in ele, atata timp cat sunt implicate instrumente foarte sensibile.

4.2 Vitezometrul

Vitezometrul arată viteza aerului indicata (IAS). Este relationată cu presiunea dinamică.

Se poate afla presiunea dinamica scazand linia statica a masurarii din captatia tubului pitot. Acest lucru se face cu usurinta avand o diafragma cu presiunea totală a tubului pitot, fiind mutată dintr-o parte in alta a acestuia.

Diafragma se va pozitiona singura cu un indicator conectat la aceasta, conform diferentei dintre presiunea totală si presiunea statică – care este presiunea dinamică, ½ ρ V².

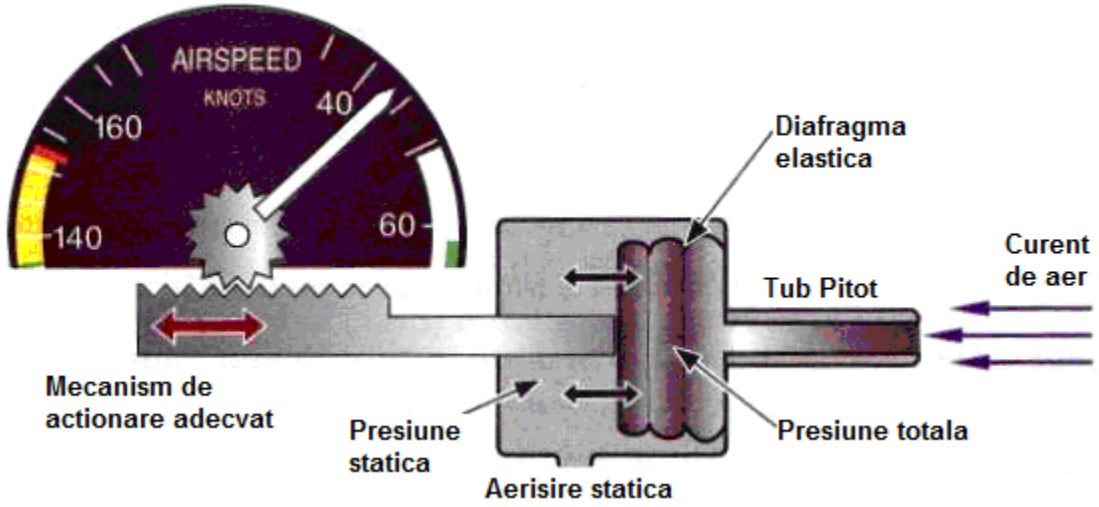


Fig. 4.7. Vitezometrul masoara presiunea dinamica

In practică, se presupune că densitatea aerului ramane constanta la valoarea nivelului mediu al apei, care desigur nu ramane la fel, dar acest lucru permite gradarea in unitati de masura (de obicei noduri) scara in jurul careia se misca indicatorul. Acest lucru ofera un vitezometru care masoara cu precizie viteza aerului intr-o zi obisnuită ISA la nivelul mediu al mării (MSL in Atmosfera Standard Internațională este de 15^0 Celsius, presiunea la altitudine este de 0 picioare).

Cu cat creste viteza aerului, cu atat creste si presiunea dinamică, dar presiunea statica ramane aceeasi. Diferenta dintre presiunea totala (masurata de tubul pitot) si presiunea statica (masurata de aerisirea statica sau linia statica) ofera o masura de presiune dinamică (care are legatura cu viteza aerului). Aceasta diferenta dintre presiunea totala si cea statica determina diafragma sa se repozitioneze si indicatorul sa indice o viteză a aerului mai mare.

4.2.1 Codarea pe culori a vitezometrului

Pentru a asista pilotul, aeronavele moderne au anumite limite de viteza si viteze specifice marcate conform unui cod de culoare conventional.

V_{S0} = viteza de angajare, tren scos, flaps extins
V_{S1} = viteza de angajare, tren escamotat, flaps escamotat
V_{FE} = viteza maxima cu flaps extins
V_{NO} = viteza pentru operatiuni normale
V_{NE} = viteza maxima pentru orice peratiune
Alb: raza de operare a flapsului
Verde: raza de operare normala
Galben: raza de atentie marita
Rosu: viteza maxima pentru orice operatiune

Fig. 4.8. Marcarea in culori a vitezometrului

ARCUL VERDE: denota viteza de operare normala, de la viteza minima la o greutate maximă ce poate fi ridicată (flapsurile escamotate) până la V_{NO} (operarea normala sau viteza de croaziera structurala maxima) care nu ar trebui depasita decat in aer stabil. Operatiunile desfasurate la viteze indicate de arcul verde ar trebui să fie in siguranță in orice conditie, chiar si in cazul turbulentelor.

ARCUL GALBEN: denota limita de precautie care se extinde de la V_{NO} (viteza normala de operare) pana la V_{NE} (viteza care nu trebuie depasita niciodata). Aparatul de zbor ar trebui operat la viteze in raza de precautie numai in aer stabil.

ARCUL ALB: denota raza de operare a flapsului care se extinde de la viteza minima la greutatea maxima ce poate fi ridicata in configuratia de aterizare (flap extins, tren de aterizare coborat) până la V_{FE} (viteza maxima de extindere a flapsului).

LINIA RADIALA ROŞIE: denota V_{NE}, viteza care nu trebuie depasita niciodata.

NOTA: toate insemnarile vitezometrului se referă la viteza indicata (IAS) si nu viteza adevarata (TAS). Acolo unde greutatea este factorul de determinare a vitezei limite (de exemplu viteze minime) valoarea insemnata este pentru greutatea maxima de ridicare, situatie intalnita in toate cazurile.

4.2.2 Viteza indicata (IAS) si viteza adevarata (TAS sau V)

Faptul ca IAS si TAS sunt de obicei diferite, pare sa creeze probleme pilotilor neexperimentati, desi nu ar trebui. IAS este o viteza aerodinamica aflata in legatura cu presiunea dinamica – $\frac{1}{2} \rho V^2$.

Presiunea dinamica ($\frac{1}{2} \rho V^2$) reprezinta o cantitate aerodinamica vitala deoarece cantitatea de portanta produsa este o functie a presiunii dinamice:

Portanta = Coef. Portanta x ½ ρ V² x S

$L=C_L x \frac{1}{2} \rho V^2 x S$ *(L= Lift)*

- valoarea rezistentei la inaintare a portantei produse este o functie a presiunii dinamice:

Rezistenta la inaintare = Coef. de Rezistenta x ½ ρ V² x S

$D=C_D x \frac{1}{2} \rho V^2 x S$ *(D=Drag)*

Atunci cand se discuta despre performanta zborului unui avion – portanta, rezistenta la inaintare, viteza de croaziera, viteza de angajare, vitezele maxime, viteza de planare, viteza de decolare, etc. – se discuta in raport cu viteza indicata. IAS-ul reprezinta o informatie vitala pentru pilot, din moment ce calitatile aerodinamice ale avionului depind de aceasta.

TAS este viteza reala a avionului fata de fileurile de aer. TAS este importanta pentru navigatie. Din TAS se poate obtine viteza fata de sol, GS.

TAS DEPASESTE, DE OBICEI, IAS

Vom lua in considerare situatia in care avionul se afla in urcare: este indicata mentinerea aceluiasi IAS pe timpul urcarii, mai exact, o valoare constanta a vitezometrului.

4.2.3 Sursa statica alternativa

Presiunea statica este vitala pentru functionarea vitezometrului, a altimetrului si a variometrului. Multe aparate de zbor au o sursa alternativa de presiune statica in cazul in care sursa primara nu ofera presiunea statica corecta din orice motiv.

Sursa statica alternativa (intr-un aparat de zbor nepresurizat) este deseori presiunea statica din cabina (usor mai mica decat cea de afara). Atunci instrumentele vor indica usoare erori:

a) altimetrul va indica o altitudine mai mare decat cea reala;
b) vitezometrul va indica un IAS mai mare decat cel real deoarece diferenta dintre presiunea totala si presiunea statica va fi mai mare decat cea reala;
c) variometrul va indica initial o urcare cand va fi conectat in primul rand la sursa statica alternativa, dar se va reegala apoi si va indica in mod corect.

4.3 Altimetrul

Fig. 4.9. Altimetru IAR 46 S, IS 28 B2

Altimetrul este un instrument cu care se masoara altitudinea (inaltimea) fata de un nivel de referinta (nu neaparat nivelul marii), aflat la bordul planoarelor, avioanelor (aparatelor de zbor). El indica inaltimea de zbor fata de nivelul de referinta si se bazeaza pe principiul descresterii presiunii atmosferice, in raport cu inaltimea. De fapt el este un barometru, cu indicatii in unitati de inaltime.

Fig. 4.10. Altimetru Ikarus C 42

Utilizarea in planorism si aviatie a barometrului cu mercur este practic imposibila, din cauza variatiilor relativ bruste de viteza si inaltime si de aceea este inlocuit cu o capsula metalica vidata, confectionata din tabla foarte subtire. Peretii capsulei fiind foarte elastici, sub actiunea presiunii atmosferice se deformeaza. Deformatia, proportionala cu variatia presiunii exterioare, printr-un sistem de transmisie, este condusa la un ac indicator, care se misca in fata unui cadran gradat in unitati de inaltime.

Fig. 4.11. Altimetru

In cazul urcarii planorului (avionului), presiunea atmosferica scade, peretii elastici ai capsulei intalnesc o rezistenta mai mica, deci capsula se dilata, punand in miscare mecanismul de transmisie care, la randul lui, imprima acului indicator o miscare proportionala cu valoarea deformatiei. Pe cadranul aparatului sunt indicate atat unitati de presiune, cat si valoarea inaltimilor corespunzatoare.
Intrucat altimetrul ar indica inaltimea fata de nivelul marii, este prevazut cu un buton de "calaj" (reglare sau aducere la zero), al carui rol este de a permite corectarea erorilor datorate variatiei presiunii atmosferice la sol, astfel ca aparatul sa indice intotdeauna, inaltimea fata de aerodromul de plecare. Aceasta operatie poarta denumirea de "calaj altimetric".

4.4 Variometrul

Fig 4.12. Variometru IAR 46 S

Variometrul este un instrument pentru controlul zborului, care indica, pe baza diferentei de presiune, viteza verticala de urcare (viteza ascensionala) sau cea de coborare a unei aeronave.Viteza se masoara in metri pe secunda (m/s) sau in picioare pe minut (fpm).

Fig 4.13. Variometru Ikarus C 42, Aerostar Festival

Din punct de vedere constructiv se aseamana cu altimetrul. Partea principala a instrumentului o constituie tot o capsula metalica, care comunica cu un termos. Pe tubul de legatura exista un orificiu capilar (tub capilar), prin care ansamblul capsula-termos comunica cu exteriorul. Asupra peretilor capsulei actioneaza presiunea statica a aerului atmosferic. In pozitie de repaus, presiunea din interiorul capsulei va fi egala cu presiunea statica din exterior, datorita tubului capilar. Acul indicator al aparatului se va afla in dreptul valorii zero. Daca

schimbam pozitia aparatului, mutandu-l la o inaltime mai mare, presiunea din exteriorul capsulei va scadea, ceea ce va determina dilatarea capsulei in urma careia acul indicator al aparatului va indica urcarea. Prin tubul capilar, diferenta de presiune va tinde sa se egaleze, astfel, odata cu oprirea urcarii, acul indicator va reveni la zero.

Fig 4.14. Variometrul mare IS 28 B2

In consecinta, variometrul se bazeaza pe principiul egalarii incetinite a diferentelor de presiune. Prin tubul capilar, egalarea presiunilor din interiorul si exteriorul capsulei se produce cu o viteza relativ constanta, deci cu cat planorul sau avionul va cobori sau va urca cu o viteza mai mare, diferenta de presiune va fi mai mare, deci, si valoarea indicata de aparat va fi mai mare. In timpul urcarii, aparatul va indica valori pozitive, iar in timpul coborarii valori negative, in metri pe secunda (m/s). Variometrele moderne mai ales cele folosite in planorism sunt prevazute si cu un sistem sonor de avertizare a urcarii sau coborarii.

Fig 4.15. Variometru de energie totala (VET) IS 28 B2

4.5 Giroscopul

4.5.1 Instrumentele giroscopice

Un giroscop este un disc suspendat ce se invarte, in asa fel incat axa acestuia se poate roti singura intr-una sau mai multe directii. O masa rotativa este capabila sa mentina aceeasi directie absoluta in spatiu in ciuda celor ce se intampla in jurul acesteia – aceasta proprietate se numeste *rigiditate in spatiu*.

Astfel, giroscopul este folosit ca indicator pentru directie si atiudine. Datorita proprietatii de "rigiditate in spatiu", giroscopul este capabil sa ramana stabil in spatiu in timp ce avionul se misca in jurul acestuia.

Gradul de rigiditate al unui giroscop depinde de masa rotorului, viteza la care se roteste si raza la care masa este concentrata; rotindu-se cu viteza mare asigura cea mai mare rigiditate directionala.

Un giroscop are o a doua proprietate numita *precession (precesie)*. Daca o forta este aplicata giroscopului, schimbarea in directie adusa de forta nu este in linie cu forta, ci este deplasata cu 90^0 mai departe in directia rotatei.

Daca un giroscop se roteste mai incet decat ar trebui, atunci rigiditatea sa in spatiu va fi mai mica si forta de precesie mai slaba, determinandu-l sa indice mai putin – de ex. rpm – scazut => indicare scazuta.

4.5.2 Efectul giroscopic

Efectul giroscopic este obisnuit la obiectele intalnite zilnic (il folositi de fiecare data cand va aplecati bicicleta pentru a vira), dar greu de inteles.

Cu motorul oprit, miscările bruste ale avionului in stanga sau in dreapta nu au efect vertical.

Cu motorul pornit masa rotativă se comport ca un giroscop:

a) o miscare rotativa orizontala spre dreapta a botului il determina pe acesta sa coboare in plan vertical;

b) o miscare brusca orizontala spre stanga a botului il determina pe acesta sa se ridice in plan vertical.

In aparatul de zbor, giroscoapele sunt folosite in cadrul indicatorului de viraj si glisada, giroorizontului si girodirectionalului. Există moduri diferite de a ridica un giroscop pe una sau mai multe axe de rotire, depinzand de informatia ceruta de instrumentul giroscopic.

4.5.3 Giroscoape conduse prin vacuum

Multe giroscoape sunt operate printr-un sistem de vacuum ce capteaza aer la o viteza foarte mare printr-o duza si o directioneaza spre cupele giroscopului. O pompa ce capteaza aerul este de preferat fata de o pompa de

presiune ce sufla aer, atata timp cat aerul poate fi contaminat cu ulei de la pompa ce ar putea afecta rotorul sensibil.

Vacuumul este indicat in cabina si este de obicei de ordinul a 3” pana la 5” Hg (5 cm de mercur sub presiunea atmosferica). Daca indicatia vacuumului este prea joasă, curgerea aerului va fi scazuta, rotorul nu va face fata vitezei si giroscopul va fi instabil sau va raspunde incet; daca este prea mare, giroscopul se poate invarti prea repede si se pot strica.

Vacuumul, la majoritatea avioanelor, este asigurat de pompa de aspirare condusa de motor, dar unele avioane mai vechi pot avea aspirarea asigurata de un tub de ventilare extern (facand ca instrumentele giroscopice sa nu poata fi folosite decat dupa cateva minute la viteza de zbor de dupa decolare).

4.5.4 Giroscoape conduse electric

Atunci cand contactul general este cuplat, probabil veti auzi giroscoapele rotindu-se. Instrumentele giroscopice ar trebui sa reactioneze singure si steagurile rosii de avertizare a scaderii puterii (daca este posibil) ar trebui sa dispara.

Daca motorul se opreste la sol si intrerupatorul principal este lasat in functiune, aceste instrumente se vor alimenta de la baterie, iar aceasta ar putea sa nu mai functioneze. Nu este o situatie de dorit, asa ca asigurati-va ca nu circula putere prin giroscoapele conduse electric la parasirea avionului pentru orice durata de timp.

4.6 Indicatorul de viraj si glisada

Indicatorul de viraj si glisada si indicatorul de viraj folosesc giroscoape. Masa rotativă are o libertate de miscare la doua dintre cele trei axe ale acestuia si este facut sa arate rata de miscare a aparatului de zbor pe cea de-a treia axa (in acest caz, intoarcerea sau axa normala). Aceasta rata de miscare este indicata in cabina intr-una din doua prezentari – fie de un indicator de viraj (care are un ac vertical) sau un coordonator de viraj (care are un avion macheta).

Ambele instrumente indica rata aparatului de zbor dar nu si unghiul de inclinare. Totusi, datorita faptului ca giroscopul din coordonatorul de viraj este ridicat usor diferit fata de cel din indicatorul de viraj, coordonatorul de intoarcere va arata, de asemenea rata inclinare sau rata de rotire. Acesta va rapunde atunci cand un avion se inclina, chiar inainte sa inceapa intoarcerea. De asemenea, trebuie luat in considerare ca avionul simbolic de pe coordonatorul de intoarcere (chiar daca acesta se aseamana unuia de pe indicatorul de atitudine) nu ofera informatie asupra tangajului.

4.6.1 Indicatorul de viraj

Daca avionul se roteste spre stanga, aceasta forta de intoarcere este data mai departe giroscopului, axa de rotire a indicatorului de viraj fiind orizontala. Forta aplicata face ca giroscopul sa isi schimbe directia cu 90^0 in directia de rotire, de ex. va determina giroscopul sa se incline. Cu cat forta de intoarcere este mai mare, cu atat mai mare este tendinta de inclinare. Adica, indicatorul de viraj isi modifica informatia de viraj de la precesia unui giroscop care are axa de rotire orizontala. Axa unui coordonator de viraj, este inclinata usor fata de orizontala (aproximativ 30^0), ceea ce asigura o reactie nu numai la intoarcere dar si la rata de inclinare.

Aceasta inclinare a giroscopului intinde un arc, care determina miscarea de precesie a giroscopului odata cu virajul aparatului de zbor pana cand ratele se potrivesc si atunci inclinarea cedează. Un indicator actionat de inclinarea giroscopica indica rata de intoarcere fata de scala – un indicator de intoarcere.

Scala este gradata astfel incat sa arate o rata de o viraj (3^0 pe secundă, si deci 180^0 in 2 minute), o a doua rata de viraj (6^0 pe secundă) si asa mai departe. Aceasta este o modalitate de verificare a preciziei indicatorului de intoarcere – cronometrati timpul unui viraj usor de 90^0 sau 180^0 si vedeti daca numarul de grade pe secunda se potriveste cu indicatorul de intoarcere.

Giroscopul poate fi rotit electric de un jet mic de aer directionat catre cupele mici taiate pe perimetrul giroscopului.

In cazul de mai sus ar trebui verificat ca sistemul de aspirare sa asigure aer suficient (un vacuum de 2.5 cm col. de mercur este de obicei adecvata), altfel rotatia giroscopului va fi scazuta, rigiditatea acestuia in spatiu va fi mai mica decat cea dorita, cauzand o miscare mai lenta a acului indicator pentru ca o anumita intoarcere sa aiba loc. Cu un vacuum mai mic – indicatorul de viraj indica mai putin (de ex. rata de viraj va fi mai mare decat rata indicata).

4.6.2 Indicatorul de glisada

Un cilindru mic din sticla continand o bila poate fi folosit la indicarea echilibrului avionului. Daca nu exista nici un impuls puternic, bila se va afla in punctul cel mai de jos al pozitiei centrale. Daca exista o forta mare destabilizatoare, bila va fi condusa intr-o parte, cu cat este mai mare impulsul, cu atat mai mare va fi miscarea bilei in cilindrul de sticla.

Intr-un viraj echilibrat, bila va ramane in continuare in pozitia centrala si nu va veti simti aruncati intro parte.

Fig. 4.16. Indicator de viraj si glisada planor IS 28 B2

Daca aparatul de zbor *gliseaza* in timpul virajului, bila se va afla pe partea mai joasă si va veti simti ca si cum ati cadea in directia virajului. Folosirea directiei pe partea mai joasa va pozitiona bila inapoi in centru si va veti simti comfortabil in scaun, “Bila spre stanga, folositi palonier stanga”.

Daca aparatul de zbor *derapeaza* in viraj, bila si dumnevoastra veti fi aruncati in afara virajului. Palonier folosit pe partea inalta va balansa intoarcerea.

Indicatorul de viraj nu este un instrument giroscopic, ci doar un indicator mecanic de viraj gasit in majoritatea avioanelor.

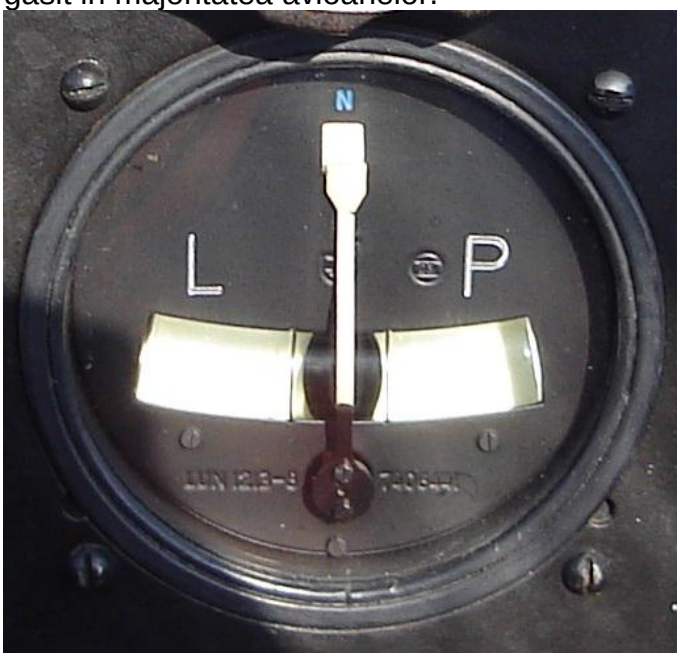


Fig. 4.17. Indicator de viraj si glisada Zlin 526F

Folosirea corecta a instrumentelor combinate duce la inclinarea avionului pentru a obtine unghiul si rata virajului dorite, iar apoi duce la echilibrarea virajului cu ajutorul directiei astfel incat bila sa fie in centru.

Daca bila se afla in stanga, folositi palonier stanga – daca bila se afla in dreapta, folositi palonier dreapta.

4.7 Giroorizontul

In timp ce aparatul de zbor isi schimbă atitudinea, *giroscopul pamant,* care este baza indicatorului de atitudine, retine rigiditatea relativă cu verticalitatea pamantului. Acest lucru inseamna ca avionul se miscă in jurul rotorului giroscopului, a indicatorului de atitudine care are o axa de rotire verticala.

Langa giroscop se afla o imagine a orizontului, in jurul careia se misca avionul (si panoul de instrumente). Atitudinea avionului fată de orizontul real este simbolizata de linia artificiala a orizontului de langa giroscop si un avion macheta atasat de ecranul instrumentului.

Giroorizontul arată atitudinea de tangaj si unghiul de viraj (rotire). Acesta arata imaginea atitudinii avionului, dar nu arată si performanta acestuia. Aceeasi atitudine ar putea aparea in cazul unei urcari abrupte sau in cazul unei coborari lente – pentru a cunoaste performanta avionului, trebuie sa va referiti la alte instrumente (vitezometrul, altimetrul, variometrul).

Fig. 4.18. Giroorizont IAR 46 S

Trebuie verificata sursa de putere a giroorizontului (indiferent dacă este electric, cu vacuum – in jur de 4.5” Hg). Anumite aparate, in special cele actionate prin vacuum, au limite de miscare pe axa de tangaj si de viraj, care, daca sunt depasite, pot face ca giroscopul sa cada si sa indice gresit (manualul de operare a aeronavei poate contine aceasta informatie). Din acest motiv exista

si un dispozitiv de blocare a aparatului pentru anumite operatiuni (de ex. manevre acrobatice).

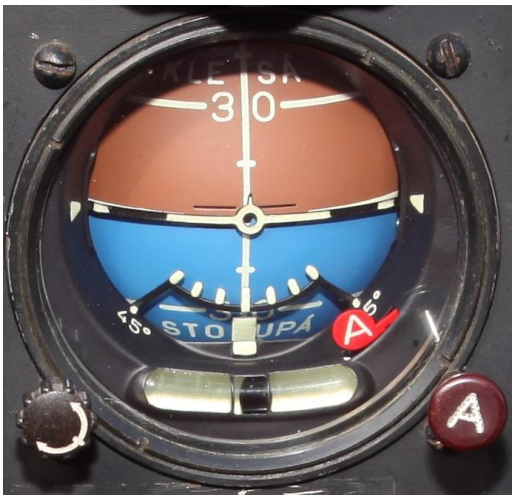


Fig. 4.19. Giroorizont Zlin 526 F

Anumite giroscoape sunt inchise atunci cand nu sunt folosite. Daca acestea sunt inchise, atunci ar trebui scoase in momentul cand avionul este plasat pe o suprafata plana si cand giroscopul se află in viteză. Acest lucru ar trebui facut la scurt timp inainte de decolare sau in timpul zborului orizontal si la o viteza mica. De asemenea, un model mic de avion sau avionul index ar trebui aliniat cu orizontul artificial de pe instrument atunci cand giroscopul se afla in viteză si avionul este drept si nivelat (in zbor sau la sol).

Indicatorul de atitudine este subiectul unor mici erori atunci cand aparatul de zbor accelerează sau incetineste. Acest lucru afecteaza unitatea de gravitatie folosita pentru a mentine axa de rotire verticala. Acceleratia, cea de la decolare, poate cauza o eroare mica de tranzit in miscarea de tangaj si glisada, dar acest lucru este greu vizibil la aparatele de zbor pentru instruire care au acceleratie mica.

4.8 Girodirectionalul

Compasul magnetic este indicatorul primar de directie la majoritatea aparatelor de zbor. Este un instrument dificil de pilotat cu precizie fiind supus turbulentelor, servind ca subiect acceleratiilor gravitationale si al erorilor de viraj.

Indicatorul de directie (DI) este un giroscop care este aliniat periodic cu compasul magnetic in timpul zborului. Acesta are ca referinta directia de la compasul magnetic dar nu este subiect al acceleratiilor gravitationale si al erorilor din viraj (facand posibile viraje precise si pastrarea directiei) si este usor de citit in timpul turbulentelor. Indicatorul de directie este de asemenea cunoscut si sub numele de indicator de directionare (HI) sau giro de directionare (DG).

Exista erori mecanice in cadrul girodirectionalului (frecare) ce il determina sa se deplaseze de la indicatia precisa. Acestea se numesc abateri si trebuie corectate periodic (se recomanda verificarea si corectarea abaterii la fiecare 15 minute).

Rotorul girodirectionalului “perfect” va mentine precisa linia in spatiu. Totusi, datorita miscarii avionului prin spatiu, linia in spatiu de la avion la nord se va schimba usor. Acest lucru mareste miscarea aparenta – un fenomen natural cauzat, nu de schimbari in giroscopul avionului si a rotatiei datorita imperfectiunilor mecanice, ci de miscarea pamantului in spatiu si miscarea aparatului de zbor in raport cu pamantul.

4.8.1 Verificarea functionarii girodirectionalului

In primul rand trebuie verificata sursa de putere (sistemul electric sau sistemul de vacuum, depinde de tip), si atunci cand avionul se afla la sol, indicatorii de rotire corecta de pe DI („rotire spre dreapta, directionarea creste – rotire spre stanga, directionarea descreste”).

Girodirectionalul are un buton ce permite alinierea lui cu compasul magnetic – corectand miscarea mecanica si pe cea aparenta. Acest lucru trebuie repetat la fiecare 10 sau 15 minute – fiind acceptata o abatere de 3^0 in acest timp.

4.8.2 Erori ale instrumentelor giroscopice

Daca giroscopul nu are turatia suficienta, instrumentul poate indica eronat sau poate raspunde incet la schimbari de directie.

Trebuie verificat steagul rosu de oprire a motorului (aflat pe panoul cu instrumentele electrice) si vacuum-ul din sistemul instrumentelor giroscopice.

De asemenea, trebuie verificat daca girodirectionalul este aliniat cu compasul magnetic pe parcursul zborului orizontal si daca gioorizontul a fost deblocat (in cazul in care are un sistem de blocare) in timpul zborului orizontal.

4.9 Busola magnetica

Busola magnetica este un instrument prezent la bordul tuturor aeronavelor, de la cea mai simpla aeronava usoara pana la cel mai complex avion de linie.

La majoritatea aeronavelor usoare, busola este sursa principala de informare asupra directiei, iar ceilalti indicatori (de multe ori, giroscopici) ai capului sunt aliniati in functie de indicatia busolei.

Fig 4.20. Busola Ikarus C 42

Compasul magnetic este un instrument folosit pentru a indica directia in functie de polii magnetici ai Pamantului. Din punct de vedere constructiv, la baza busolei se afla un magnet, care tot timpul va indica polii Nord si Sud Magnetici ai Pamantului. In timp ce aeronava isi schimba directia, compasul magnetic ramane aliniat la cei doi poli magnetici. Datorita acestei proprietati, este posibila indicarea directiei magnetice a aeronavei.

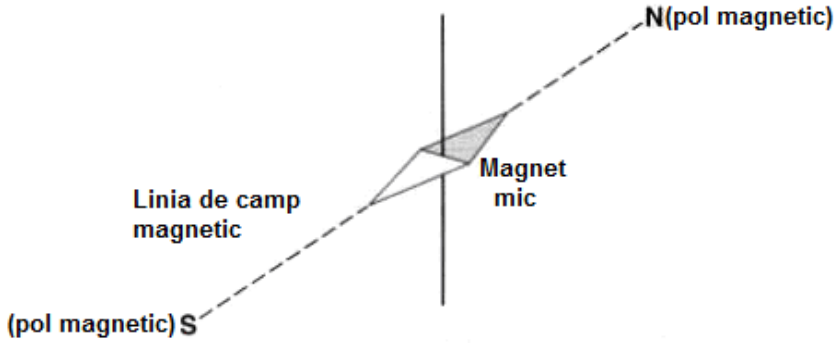


Fig. 4.21. Alinierea acului magnetic la liniile de camp magnetic

Rolul unei busole la bordul aeronavei este de a indica directia catre care se indreapta aeronava (capul). Influentele magnetice, ca cele produse de componentele din fier sau otel, echipamente electrice, determina anumite distorsiuni ce afecteaza indicatia compasului magnetic.

Fig. 4.22. Busola IAR 46 S

4.9.1 Directia

Exista doua modalitati clasice de descriere a directiei – folosind punctele cardinale sau folosind cele 360º ale unui cerc, in sensul acelor de ceasornic, pornind din Nord (adevarat sau magnetic, in functie de caz).

Aproape intotdeauna, directia este compusa din trei cifre. Singura exceptie este directia pistei, unde numerele sunt rotunjite catre 10º.

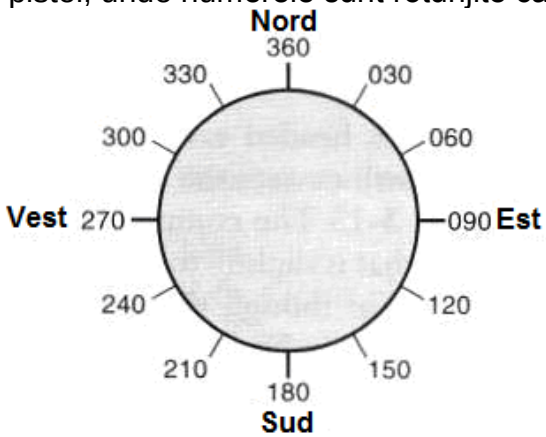


Fig. 4.23. Punctele cardinale si gradele magnetice

Pentru a obtine o informatie precisa de la busola magnetica asupra directiei aeronavei, trebuie avute in vedere “capriciile busolei” – inexactitatile sale

atunci cand aeronava isi schimba directia sau viteza. Un ac magnetic suspendat si avand miscare libera se va balansa in asa fel incat axa sa va indica directia aproximativa Nord-Sud.

4.9.2 Campul magnetic al Pamantului-magnetismul terestru

Pamantul se comporta precum un magnet de slaba intensitate. Suprafata sa este acoperita de un camp magnetic slab – linii de forta magnetica care incep adanc in interiorul pamantului langa Golful Hudson in Canada si se intind catre un alt punct adanc din interiorul pamantului langa South Victoria in Antarctica. Datorita proximitatii cu Nordul si Sudul geografic, polii magnetici sunt cunoscuti ca polul Nord magnetic si polul Sud magnetic.

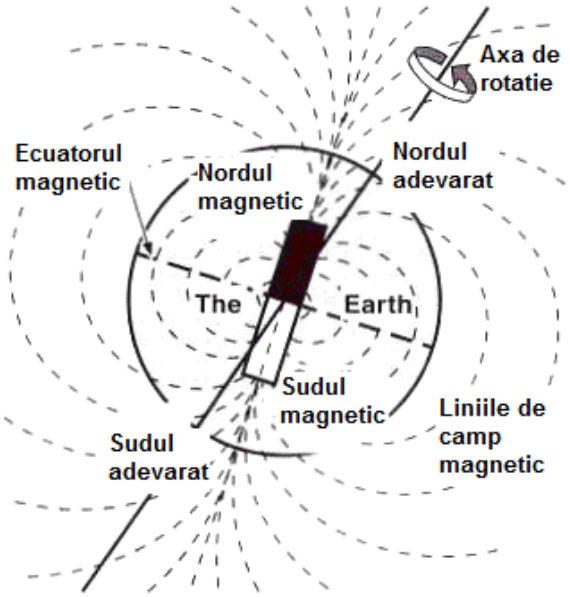


Fig. 4.24. Liniile de camp magnetic

Graficul de latitudine-longitudine prezent in harti se bazeaza pe polii geografici, aflati la fiecare extremitate a axei de rotatie, asadar **meridianele de longitudine** indica in raport cu Nordul si Sudul adevarat, iar **paralele de latitudine** indica in raport cu Estul si Vestul adevarat.

Diferenta unghiulara dintre nordul adevarat si nordul magnetic in orice moment pe glob se numeste **declinatie magnetica** in punctul acela. Declinatia in orice punct de pe glob se masoara de la Nordul adevarat la Nordul magnetic. Daca magnetul de pe busola indica spre Est fata de Nordul adevarat, atunci deviatia este pozitiva; respectiv, daca magnetul indica spre Vest fata de Nordul adevarat, deviatia este negativa.

Nota: deoarece polii magnetici ai Pamantului nu sunt stationari, declinatia se schimba in timp.

In afara de liniile care formeaza graficele formate din latitudine si longitudine, hartile mai au si linii care unesc locuri care au aceeasi declinatie magnetica. Aceste liniii se numesc **izogone**.

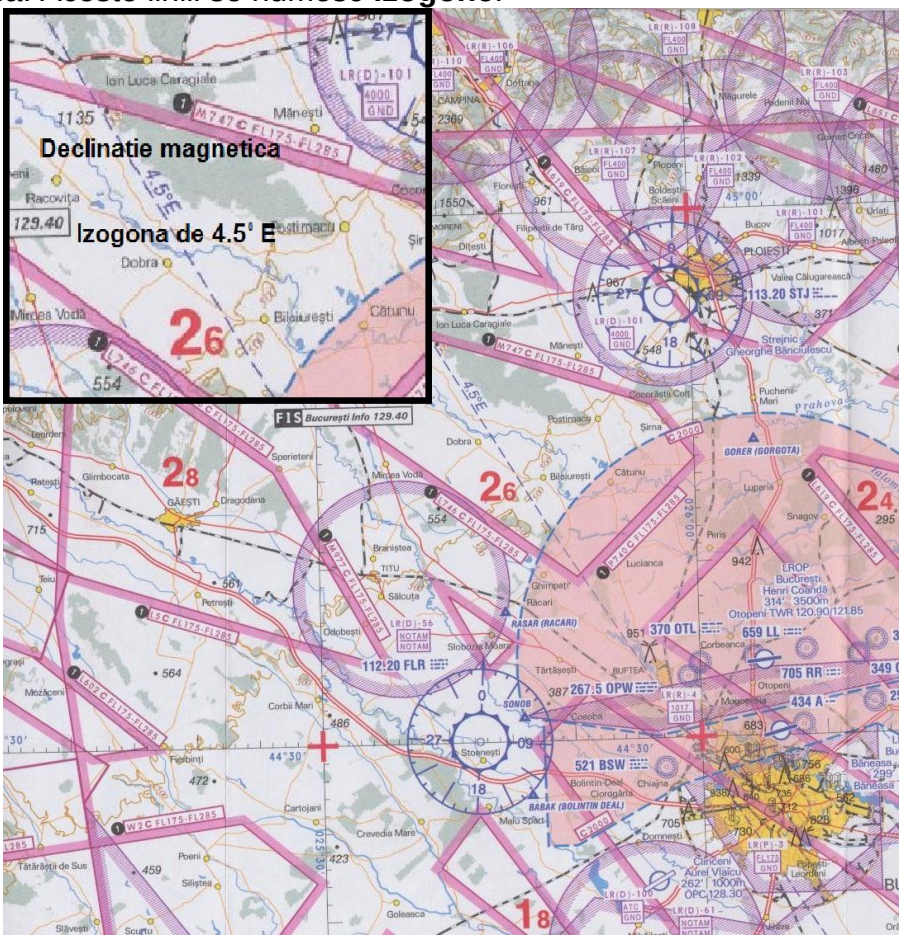


Fig. 4.25. Izogona reprezentata pe harta VFR-ICAO (LR-2), scara 1:500.000, editia 1, aprilie 2008

Exemple: 1) Daca busola indica exact Est, mai exact 090º magnetice, si declinatia magnetica in zona in care se afla aeronava este 4ºE, capul adevarat raportat la Nordul magnetic este: 090º +4º=094º adevarate.

2) Daca declinatia magnetica in zona este 10º Vest si avionul are cap 295º pe busola magnetica, capul adevarat: 295º-10º=285º adevarate.

4.9.3 Deviatia de compas

Magnetul din busola magnetica nu este afectat numai de campul magnetic al Pamantului, ci si de orice camp magnetic aflat in vecinatate, cum ar fi campurile magnetice care inconjoara structura de metal a aeronavei, partile in miscare ale motorului, radio-uri, etc. Efectul acestor campuri magnetice

aditionale intr-o anumita aeronava este devierea busolei de la indicarea precisa a Nordului magnetic. Acest efect se numeste **deviatie compas**.

Fig. 4.26. Busola Aerostar Festival si cardul de compensare a busolei

Deviatia calculata este eliminata cat mai mult posibil prin ajustari ale compasului in intregul sau (prin suruburile de ajustare). Deviatia reziduala ramasa este apoi inregistrata pe un card de compensare busola, plasat in apropierea busolei.

4.9.4 Modalitatea de functionare a busolei din aeronava

Avioanele moderne au o busola cu afisare directa, de obicei avand in interior un lichid in care se afla o pluta rotunda care pivoteaza in jurul unui ax si pe care se afla un magnet. Lichidul sustine o parte din greutate, scade nivelul de frecare pe ax, si, cel mai important, diminueaza oscilatiile magnetului si ale plutei in timpul zborului. Acest lucru permite o indicatie mai constanta si mai usor de citit.

Langa acest ansamblu format din ax si pluta se afla fisa de deviatie, gradata. Este de retinut faptul ca avionul este cel care vireaza in jurul magnetului din interiorul busolei. In situatia ideala, busola magnetica indica exact Nordul si

Sudul (magnetice) permanent. Pe masura ce avionul isi schimba directia, busola magnetica nu ar trebui sa o faca.

4.9.5 Verificari ale sistemelor

Inainte de zbor se verifica daca busola este instalata corespunzator si poate fi citita cu usurinta. Lichidul in care magnetul este suspendat nu ar trebui sa contina bule si nu ar trebui sa fie decolorat. Geamul nu trebuie sa fie spart sau crapat si ar trebui sa fie securizat.

Se verifica pozitia fisei de deviatie a compasului.

Se verifica daca indicatia compasului este aproximativ corecta. Pistele sunt denumite in functie de directia lor magnetica (mai exact, pista care indica 243º magnetice se numeste Pista 24), asadar pe directia pistei, busola ar trebui sa indice acest lucru, cel putin aproximativ.

Pe calea de rulaj, inaintea decolarii, efectuarea unui viraj stanga si dreapta ofera indicii asupra corectitudinii indicatiei compasului magnetic.

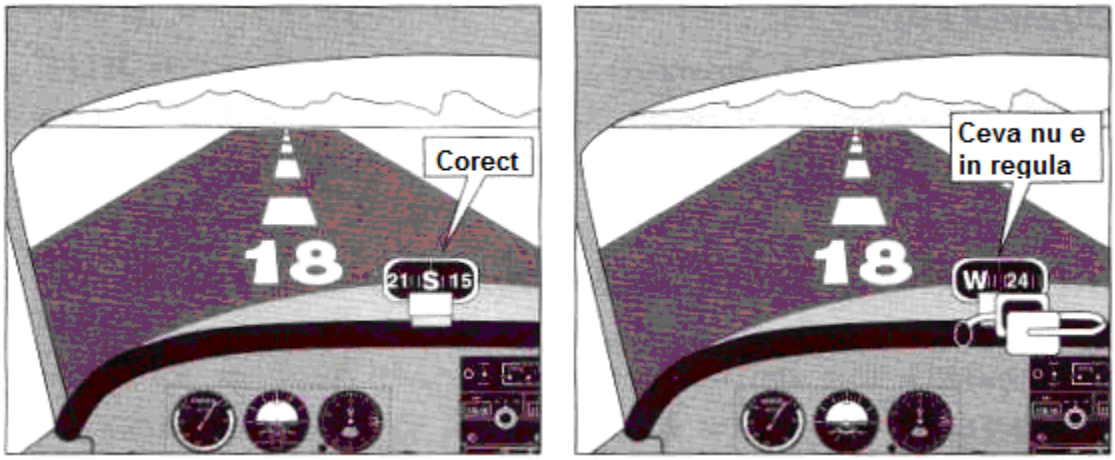


Fig. 4.27. Verificarea indicatiei busolei pe directia de decolare

4.9.6 Precautii in cazul obiectelor metalice din cabina

Dispozitivele electrice, cum ar fi statia radio, genereaza destul de des propriul lor camp magnetic si pot afecta indicatia busolei. De aceea, fisa deviatiei de compas este completata de catre un inginer care a verificat busola din respectiva aeronava atunci cand aceasta isi schimba directia. Se poate face cu sistemul electric oprit, sau cu el pornit.

Ca pilot, trebuie verificat ca nici un material metalic sau magnetic care genereaza un camp magnetic (casti, stilouri din metal, etc.) sa nu fie in preajma busolei. Trebuie acordata atentie acestui aspect deoarece astfel de obiecte pot directiona gresit pilotul.

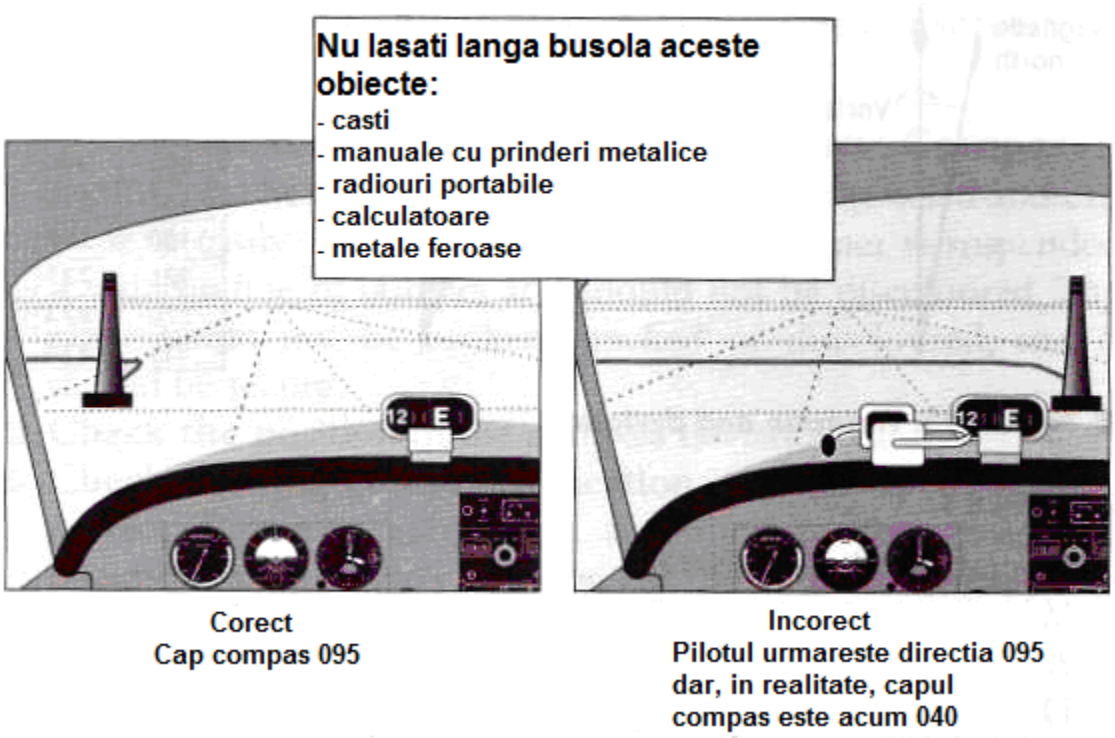


Fig 4.28. Actiunea obiectelor metalice asupra busolei

4.9.7 "Capriciile busolei"

Campul magnetic al Pamantului este slab si variaza ca intensitate si directie deasupra suprafetei Pamantului. Intensitatea campului magnetic are doua componente: o componenta orizontala, paralela cu suprafata Pamantului, folosita pentru a alinia acul compasului cu Nordul magnetic, si o componenta verticala, care determina acul magnetic sa cada.

O busola magnetica indica directia mai precis la latitudini mici decat in apropierea polilor.

La asa-numitul "ecuator magnetic" (la aproximativ jumatatea drumului dintre polii magnetici), liniile de forta magnetica sunt paralele cu suprafata pamantului (mai exact, sunt orizontale). Aici, componenta orizontala a campului magnetic al Pamantului este la cel mai inalt nivel si compasul magnetic este stabil si precis in aceste zone.

La latitudini mai mari, langa polii magnetici, unde liniile de forta magnetica patrund prin suprafata Pamantului, componenta verticala a campului magnetic (ce cauzeaza declinatia magnetica) este mai puternica, iar componenta orizontala, paralela cu suprafata Pamantului, este mai slaba. Acest lucru face in asa fel incat compasul devine mai putin eficient ca indicator al directiei orizontale in regiunile polare, in comparatie cu eficacitatea lui la latitudini mai mici. La latitudini mai mari de 60º Nord sau Sud, compasul magnetic are un grad de credibilitate foarte scazut.

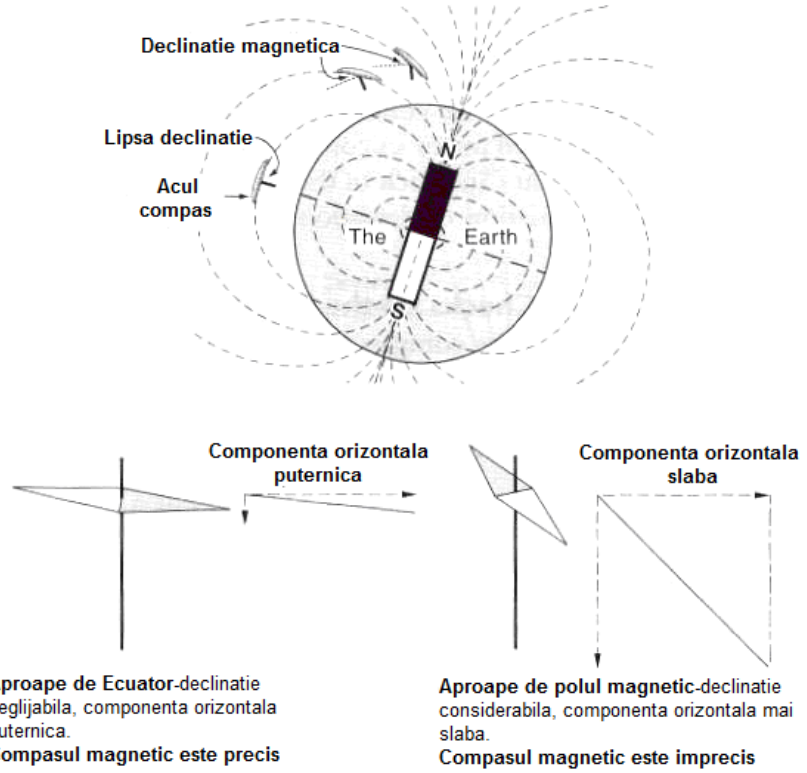


Fig. 4.29. Actiunea campului magnetic asupra acului compas

Ca mijloc de evitare a coborarii acului compasului odata cu linia de camp magnetic, acul este suspendat excentric (nu in centrul sau de gravitatie) pe ax.

Cu cat declinatia este mai mare, cu atat mai mult coboara acul catre cel mai apropiat pol magnetic, si cu atat mai multa forta de gravitatie este dislocata. Acest lucru determina forta de greutate sa echilibreze forta declinatiei si sa tina acul aproximativ orizontal.

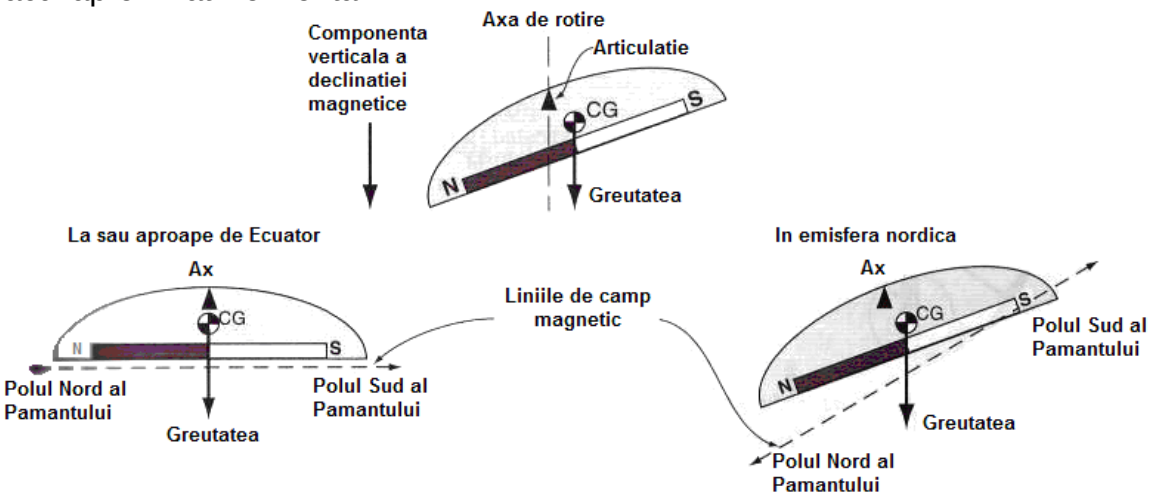


Fig. 4.29. Prinderea acului magnetic pentru diminuarea capriciilor

Indicatii eronate la accelerari

Orice accelerare a aeronavei va fi transmisa acului busolei prin axul sau. Centrul de greutate al acului va avea tendinta sa continue la viteza sa anterioara asadar va ramane in urma la o accelerare, si se va deplasa inainte la o scadere a vitezei. Intr-un viraj aeronava (si axul) accelereaza catre centrul virajului.

Accelerarea catre Est: centrul de greutate (aflat langa ax, in partea magnetului ce indica Nordul) ramane in urma. Aceasta accelerare balanseaza fisa compasului care va indica un viraj aparent catre Nord. Busola va indica un cap magnetic mai mare decat cel pe care se afla aeronava in realitate.

Decelerarea catre Est: este incetinit atat axul cat si restul avionului iar centrul de greutate al magnetului, datorita inertiei, incearca sa avanseze. Fisa compasului se va roti indicand un viraj aparent catre Sud.

Accelerarea catre Vest: centrul de greutate (aflat langa ax, in partea magnetului ce indica Nordul) ramane in urma. Aceasta accelerare balanseaza fisa compasului care va indica un viraj aparent catre Sud. Busola va indica un cap magnetic mai mic decat cel pe care se afla aeronava in realitate.

Decelerarea catre Vest: daca va indreptati catre Vest, o decelerare va determina avansarea centrului de greutate in fata axului, mai exact, va parea, conform busolei, ca aeronava a virat catre un cap magnetic nordic. Dupa ce avionul se va stabiliza, busola va reveni la o indicatie corecta.

Accelerarile Nord sau Sud*:* **a**ceste accelerari sau decelerari, nu vor cauza aparitia unor viraje, deoarece avionul se deplaseaza drept.

Aceste rezultate sunt valabile in emisfera nordica. Situatia in emisfera sudica este inversata.

Indicatii eronate in viraje

Virajul este de asemenea o accelerare datorita schimbarii directiei.

Aeronava are o forta centripeta care actioneaza asupra acesteia, indreptata catre centrul virajului - mai exact, intr-un viraj, forta centripeta actioneaza catre centrul virajului si la 90º fata de viteza. Aceasta forta actioneaza de asemenea pe ax si il accelereaza catre centrul virajului. Magnetul busolei (si fisa compasului), fiind suspendat ca un pendul, este lasat in urma datorita inertiei. Aceasta duce la o eroare efemera in indicatia directiei de catre busola.

Trecerea prin Nord. Cand aeronava vireaza printr-un cap Nordic, accelerarea se face la unghiuri drepte – est sau vest, in functie de directia in care va indreptati. Daca virati dreapta prin Nord, accelerarea este catre Est, centrul de

greutate ramane in urma in asa fel incat busola indica un viraj mai redus decat cel real.

De indata ce avionul ia un cap constant, busola va “ajunge din urma” virajul si se va stabiliza. De exemplu, virand de la 340º la 040º, virajul trebuie terminat inainte ca 040º sa fie indicat la busola (sa zicem la indicatia 020º), dupa care busola va “ajunge din urma” si se va stabiliza la 040º.

Daca se executa un viraj catre la stanga prin nord, accelerarea este catre Vest, centrul de greutate va ramane in urma si din nou busola va ramane in urma. Spre exemplu, virand de la 030º la 330º, virajul trebuie terminat cand busola indica apox. 350º, dupa care ar trebui sa se stabilizeze treptat la 330º.

Virajul prin Sud: Intr-un viraj la stanga prin Sud, accelerarea este catre Est si centrul de greutate ramane in urma in asa fel incat aeronava pare ca a virat mai mult decat in realitate. De exemplu, virand de la 200º la 140º, virajul trebuie terminat cand busola va indica aprox. 120º. De indata ce busola s-a stabilizat, ar trebui sa indice aproximativ 140º.

Aceste erori de viraj si accelerare sunt rezultatul deplasarii catre Sud a centrului de greutate al magnetului de la busola, inclusiv miscarea axului (in emisfera Nordica) – valoarea deplasarii fiind mai mare cu cat inclinatia magnetica este mai mare, mai exact, cu cat va aflati mai aproape de polul magnetic, cu atat mai pronuntate sunt aceste erori.

Alinierea girodirectionalului (DI-direction indicator) cu busola magnetica

Girodirectionalul este un instrument giroscopic. Nu se aliniaza girodirectionalul cu busola magnetica daca viteza sau directia variaza, pentru ca busola magnetica este susceptibila la erori de viraje si accelerare, mai exact aeronava trebuie mentinuta la orizontala si cu o viteza constanta atunci cand se aliniaza girodirectionalul cu busola.

Unul din avantajele unui girodirectional este faptul ca nu este sensibil la erorile de viraj sau accelerare. Acuratetea sa depinde de alinierea corecta cu Nordul magnetic, asadar acest lucru trebuie efectuat atunci cand busola magnetica indica informatia corecta.

Pagina lasata goala

CAPITOLUL 5.

5 Navigabilitatea aeronavei

Cerintele de navigabilitate pentru aeronavele din Romania sunt specificate in RACR-47. Documentele de navigabilitate importante pentru pilot sunt:

- **Certificatul de Inmatriculare;**
- **Certificatul de Navigabilitate;**
- **Manualul de zbor;**
- **Documente de Intretinere (mentenanta)**

5.1 Certificatul de tip

Atunci cand fabricantul doreste sa scoata pe piata un nou tip sau model de aeronava, trebuie mai intai sa obtina un Certificat de tip de la autoritatea aeronautica din tara respectiva. Inainte de eliberarea Certificatului de tip, prototipul respectivei aeronave trebuie sa fie supus unor teste care, la randul lor, acopera o multitudine de aspecte cum ar fi siguranta, fiabilitatea, performanta. Certificatul de tip este retinut de catre producator, nu se elibereaza detinatorului aeronavei.

5.2 Certificatul de inmatriculare

O aeronava civila romana poate zbura in spatiul aerian national numai daca poseda un Certificat de inmatriculare, emis conform RACR-47, iar insemnul de nationalitate si marca de ordine sunt inscriptionate pe aeronava. Prin inmatricularea unei aeronave civile in Registrul unic de inmatriculare a aeronavelor civile, aeronava respectiva capata nationalitatea romana. O aeronava civila inmatriculata in Romania nu poate fi inmatriculata si in alt stat.

Insemnele de inmatriculare ale unei aeronave civile romane se compun din insemnul de nationalitate si marca de ordine.

Insemnul de nationalitate este constituit din grupul de litere "YR". Marca de ordine este alocata de catre autoritatea de inmatriculare si se dispune in continuarea insemnului de nationalitate, la dreapta acestuia, fiind despartita de insemnul de nationalitate printr-o cratima.

Marca de ordine este constituita dintr-un grup de litere sau cifre, dupa cum urmeaza:

- pentru aerodine, cu exceptia planoarelor, marca de ordine este constituita dintr-un numar de 3 litere;
- pentru planoare si aerostate, marca de ordine este constituita dintr-un numar de 4 cifre.

Nu pot fi alocate urmatoarele grupuri de litere sau grupuri de cifre:

- care au fost acordate altor aeronave civile romane ce au fost radiate din Registrul unic de inmatriculare a aeronavelor civile cu mai putin de 5 ani inaintea primirii cererii de inmatriculare; fac exceptie aeronavele care se inmatriculeaza cu aceeasi marca avuta inaintea radierii, indiferent de intervalul de timp;
- care fac parte din grupurile de litere care reprezinta semnale de pericol sau ajutor, incep cu litera Q sau pot conduce la confuzii de identificare (spre exemplu, SOS, XXX, PAN, TTT);
- care incep cu cifra 0 (zero).

Certificatul de inmatriculare este documentul care se emite pentru fiecare aeronava civila in parte, prin care se certifica inscrierea acesteia in Registrul unic de inmatriculare a aeronavelor civile. Certificatul de inmatriculare este un document obligatoriu la bordul aeronavei pe tot timpul activitatii de zbor.

Certificatul de inmatriculare contine urmatoarele rubrici:

- numarul certificatului;
- insemnele de nationalitate si marca de ordine;
- constructorul aeronavei si tipul;
- numarul de fabricatie al aeronavei dat de constructor;
- numele proprietarului si, dupa caz, al detinatorului;
- adresa detinatorului si, in cazul in care detinatorul nu este si proprietar, a proprietarului;
- declaraţia privind baza legala pentru inscrierea in Registrul unic de inmatriculare a aeronavelor civile;
- data emiterii;
- semnatura emitentului.

Aeronavele civile romane care sunt inmatriculate in Registrul unic de inmatriculare a aeronavelor civile trebuie, in afara insemnelor de inmatriculare, sa fie prevazute cu o placuta de identificare. Placuta de identificare trebuie confectionata dintr-un material rezistent la foc si trebuie sa contina informatiile urmatoare:

- insemnul de nationalitate si marca de ordine;
- tipul aeronavei;
- seria si data fabricatiei;
- proprietarul si detinatorul, daca acesta din urma nu este si proprietar.

Marcarea informatiilor pe placuta trebuie facuta printr-o metoda (stantare, gravare, atac chimic etc.) care sa asigure rezistenta la foc. Placuta de identificare trebuie fixata pe aeronava intr-un loc vizibil, in apropierea intrarii principale, iar fixarea trebuie sa fie suficient de sigura pentru a preintampina scoaterea, pierderea sau stergerea acesteia in timpul operarii normale sau in urma unui accident soldat cu incendiu la bord.

5.3 Certificatul de Navigabilitate (CofA – Certificate of Airworthiness)

Acest certificat este eliberat de Autoritatea Aeronautica Civila Romana, individual pentru fiecare aeronava, pe o anumita perioada, orice aeronava neputand zbura pana cand nu are un Certificat de navigabilitate valid.

O parte din Certificatul de navigabilitate pentru fiecare avion in parte este manualul de zbor; aceste doua documente sunt legate printr-un numar de identificare.

Certificatul de navigabilitate este eliberat de Autoritatea Aeronautica Civila Romana pentru fiecare aeronava in parte pentru a opera intr-o anumita categorie, cu conditia ca aceasta sa respecte cerintele necesare de navigabilitate. Categoriile si scopul lor includ:

• **Transport (Pasageri)** – orice scop;
• **Transport (Cargo)** – orice scop in afara de transportul public al pasagerilor;
• **Lucru Aerian** – orice scop in afara de transportul public;
• **Privat** – orice scop in afara de transportul public sau lucrul aerian;
• **Special.**

Avioanele sunt impartite pe categorii mai departe printr-un alt criteriu, conform manevrelor ce pot fi efectuate:

• **Categoria normala** – sub 5.700 kg si non-acrobatice: manevre limitate si viraje cu inclinare de cel mult 60º. Factorii limita tipici de incarcare: +2,5g si -1,0g.
• **Categoria utilitare** – precum o categorie normala, plus limitare acrobatica. Factorii limita tipici de incarcare: +4,5g si -1,8g.
• **Categoria acrobatie** – acrobatic in totalitate. Factorii limita tipici de incarcare: +2,5g si -1,0g.

Nu trebuie efectuate alte manevre cu avionul decat cele specificate in manualul sau de zbor. Fiecare aeronava este construita pentru un anumit scop, si anume efectuarea unei anumnite operatiuni.

In afara de existenta fizica a hartiei, Certificatul de navigabilitate, are alte documente asociate cu acesta – **Manualul de zbor** si **Revizia Certificatului de Mentenanta.** O parte importanta a celui din urma este Certificatul de Punere in Serviciu.

Pentru ca certificatul Certificatul de navigabilitate sa ramana valid, avionul trebuie mentinut si operat corespunzator.

5.4 Manualul de zbor

Manualul de zbor trebuie aprobat de catre autoritatea aeronautica si reprezinta o parte a Certificatului de navigabilitate al unui anumit avion. Certificatul de navigabilitate si manualul de zbor pentru un anumit avion au acelasi numar de identificare.

Pilotul trebuie sa respecte toate cerintele, procedurile si limitarile legate de operarea avionului prezente in manualul de zbor. Acesta trebuie sa se afle in avion, cu exceptia situatiei in care decolarea si aterizarea se efectueaza la acelasi aerodrom.

5.5 Programul de mentenanta

Fiecare avion trebuie sa aiba un program de mentenanta aprobat de autoritatea aeronautica. Cel obisnuit este **Programul de Mentenanta al Aeronavelor Usoare (Light Aircraft Maintenance Scedule - LAMS).** Acesta implica un sistem de controale, verificari si inspectii regulate efectuatede catre persoane abilitate in acest sens. Trebuie pastrate evidente ale celulei, motorului si elicei.

Un program tipic de mentenanta va include:

• **inspectia anuale programate** presupune o verificare amanuntita a motorului, celulei si a componentelor sale, a sistemelor aeronavei;
• **inspectia la 150 ore** reprezinta un control mai detaliate decat cel de 50 de ore;
• **inspectia la 50 de ore** sau o inspectie la 6 luni daca nu s-au implinit 50 de ore de functionare in perioada precedenta de 6 luni;
• **inspectia zilnica,** cunoscuta si ca Check A, efectuata de pilot inaintea primului zbor al zilei.

Revizia Certificatului de Mentenanta se elibereaza dupa o perioada de 12 luni. Certifica faptul ca aeronava a fost intretinuta in conformitate cu Programul de Mentenanta, ca orice directive de navigabilitate emise in perioada anterioara de 12 luni au fost aplicate si ca orice buletin service emis de producator in aceeasi perioada de 12 luni a fost aplicat.

5.6 Jurnalul Tehnic de Bord

JTB este tinut pentru fiecare aeronava in parte, pentru a tine evidenta decolarilor, aterizarilor si a timpului de zbor. Orice defecte aparute in timpul zborului trebuie mentionate in acest jurnal. Personalul tehnic va folosi si el Jurnalul tehnic de bord pentru a inregistra orice lucrare facuta pentru a indeparta anumite defecte.

5.7 Certificatul de Punere in Serviciu

Acest certificat este eliberat de un inginer autorizat in urma unei inspectii sau unei lucrari de intretinere. Acesta certifica faptul ca lucrarea a fost facuta in concordanta atat cu procedurile autoritatii aeronautice cat si cu procedurile producatorului.

5.8 Alte documente:

- asigurare;
- Certificatul de Zgomot;
- Certificatul de Aprobare a Echipamentului Radio;
- Licenta Radio a aeronavei;
- Tabel al Greutatii si Centrajului

Pagina lasata goala